EVS
ANN 13 (2)

DR. 2 Nº. 714

Digitized by the Internet Archive
in 2019 with funding from
Wellcome Library

https://archive.org/details/s3id13207770

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME IX.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME NEUVIÈME.

A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, rue de Sorbonne, n° 3,
près celle des Mathurins.

1818.

DE L'IMPRIMERIE DE FEUGUERAY,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

OBSERVATIONS

Sur l'Action mutuelle des Sels.

PAR M. LONGCHAMP.

LA dissolubilité du nitrate de potasse, dans une dissolution saturée de ce sel à laquelle on ajoute du chlorure de sodium, a été annoncée pour la première fois par Léméry fils (1), et depuis a été le sujet des travaux des plus savans chimistes, à l'occasion des épreuves du salpêtre brut.

Lavoisier s'en occupa, et la Régie des Poudres, dont il faisait partie, publia une table dans laquelle on fait connaître la quantité de nitrate de potasse dont l'addition de différentes quantités de sels étrangers favorise la disso-

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences* pour 1716 et 1727.

lution ; mais les bases de ce travail n'ayant point été suffisamment discutées lors de leur adoption, cette table a été rejetée. Les résultats qu'elle présente sont inutiles aux chimistes, parce que ce n'est pas seulement du chlorure de sodium qu'on ajoutait au salpêtre, mais encore une eau-mère qui contenait, en quantités indéterminées, des chlorures de calcium et de magnésium, des nitrates de ces bases, etc.

Lorsqu'on eut constaté que la table publiée par la Régie des Poudres ne donnait que des corrections fausses, on voulut en reconnaître la cause ; c'est alors que Fourcroy et M. Vauquelin ramenèrent à un nouvel examen le phénomène observé par Lémery. (*Ann. de Chim.*, XI, 125.)

M. Vauquelin publia, quelque temps après (*Ann. de Chim.*, XIII, 86), un travail ayant pour titre : *Expériences sur la dissolubilité du sel marin dans les dissolutions de différens sels neutres*, *etc.* Ce célèbre chimiste ajouta de nouveaux faits à ceux qu'il avait fait connaître dans le Mémoire qui lui est commun avec Fourcroy. Je vais présenter ici ceux qui me semblent les plus notables.

Le chlorure de sodium précipite de leurs dissolutions :

	centigr.
Le sulfate de soude, et le thermomètre s'est élevé de	11,15 ;
Le sulfate de potasse, *idem*.	0,62 ;
Le sulfate d'ammoniaque, *idem*.	10,00 ;
Le sulfate de magnésie, *idem*.	3,75 ;
Le nitrate de soude, *idem*.	5,60 ;
Le nitrate de magnésie, *idem*.	0,30 ;

centigr.

Le chlorure de potassium, *idem*. 6,15;

L'hydrochlorate d'ammoniaque, *idem*. . . . 5,00;

Le chlorure de barium, *idem*. 3,75;

Le chlorure de sodium ne précipite pas de leurs dissolutions :

Le sulfate de chaux, et le thermomètre a baissé de 2,20;

Le sulfate d'alumine, *idem*. 1,40;

Le nitrate de baryte, *idem*. . . . . 1,90.

Le nitrate de potasse ne varie pas.

Le chlorure de sodium ne se dissout pas dans les dissolutions de nitrate de chaux et de chlorure de calcium.

Le chlorure de sodium est plus soluble dans la dissolution de certains sels qu'il ne le serait dans l'eau distillée; c'est, par exemple, ce qui arrive avec les dissolutions de sulfate de chaux, de sulfate d'alumine.

M. Vauquelin fait remarquer que, dans aucun cas, le chlorure de sodium ne fait précipiter tout le sel de la dissolution saline avec laquelle on la fait agir.

Cet accroissement de dissolubilité du nitrate de potasse par le chlorure de sodium fut encore le sujet des recherches de plusieurs autres chimistes (1); mais aucun n'avait envisagé le phénomène sous le rapport de la théorie. M. Berthollet, qui, dans sa *Statique chimique*, a soumis à un nouvel examen un grand nombre de phénomènes, a tâché, le premier, d'indiquer les causes de celui-ci; et c'est à l'action mutuelle des sels qu'il les a rapportées. (Tome I, page 51.)

---

(1) *Annales de Chimie*, t. XXIII, pag. 225.

C'est aussi à l'action mutuelle des sels que l'auteur rapporte la formation des eaux-mères incristallisables. (I, 52.)

Si c'est l'action mutuelle qu'exercent les sels qui est la cause de l'accroissement de solubilité du nitrate de potasse par le chlorure de sodium, il faut reconnaître cette force comme très-énergique ; car je ferai voir, par la suite, que la dissolubilité du nitrate de potasse est augmentée de près de 53 pour 100, c'est-à-dire, qu'une quantité d'eau distillée qui n'aurait le pouvoir de dissoudre que 100 parties de salpêtre, en dissoudra 152,64 lorsqu'il y aura en présence une suffisante quantité de chlorure de sodium. Si les eaux-mères sont dues à l'action mutuelle des sels, ce sera une des plus fortes que les chimistes doivent considérer; car il arrive un terme où l'eau-mère se prend en masse plutôt que de laisser séparer le sel cristallisable, quoique celui-ci soit en plus grande quantité que l'eau du liquide n'en pourrait retenir si elle ne contenait point d'autres sels (1). Mais pour que l'action des molécules salines s'opère, il faut qu'elles puissent se mouvoir : or, la viscosité des eaux-mères est un obstacle à leur mouvement. Aussi n'obtient-on que des cristaux très-ténus dans la dernière

---

(1) J'ai fait dissoudre du salpêtre très-pur dans une dissolution de nitrate de chaux pure ; lorsqu'après plusieurs cristallisations il ne m'a plus été possible d'obtenir du nitre par ce moyen, j'ai constaté que la liqueur à 5° centigrades se trouvait contenir : eau, 17,26 ; nitrate de chaux, 16,33 ; salpêtre, 5,57, c'est-à dire, plus du double de salpêtre que 17,26 d'eau ne peuvent dissoudre à cette température.

cristallisation du nitrate de potasse, mêlé avec des sels déliquescens. Mais M. Berthollet, bien loin de regarder comme énergique l'action mutuelle des sels, ne la considère, au contraire, que comme très-faible. (I, 225.)

Si l'action était mutuelle, elle serait exercée par le nitrate de potasse sur le chlorure de sodium, comme l'on pense que cela arrive dans l'inverse : or, il n'en est pas ainsi ; car je me suis assuré que le nitrate de potasse n'augmente que très-peu la dissolubilité du chlorure de sodium.

En faisant d'autres considérations de ce genre, je soupçonnai bientôt la cause du phénomène que j'attribuai à la décomposition réciproque des deux sels ; et l'expérience confirma ce que j'avais prévu ; car, ayant mêlé ensemble 33 parties de nitrate de soude et 33 parties de chlorure de potassium, j'obtins, par une première cristallisation, 28 parties de nitrate de potasse. Après avoir ainsi vérifié la justesse de mes soupçons, je ne poussai pas plus loin l'expérience, et je laissai dans l'oubli l'explication du phénomène. Mais aujourd'hui que, par des travaux que j'ai faits subséquemment, je crois pouvoir, au moyen de cette théorie, amener des changemens heureux dans l'art du salpêtrier, je vais appeler l'attention sur ce sujet.

Je me suis d'abord attaché à reconnaître la quantité de nitrate de potasse dont des quantités variées de chlorure de sodium favorise la dissolution. Je vais présenter ici le résultat de ces recherches ; il pourra servir aux chimistes et aux personnes qui s'occupent de travaux sur le salpêtre, pour apprécier, sans analyse, la quantité de nitrate de potasse et de chlorure de sodium que contient

une dissolution de ces deux sels, lorsqu'elle est saturée du premier.

J'ai opéré à 18 degrés centigrades, et toutes les liqueurs y ont toujours été ramenées. A cette température, la pesanteur spécifique d'une dissolution saturée de salpêtre est de 1,151, et se compose de :

Eau,	78,37 ;
Salpêtre,	21,63.

La première colonne présente la quantité de dissolution de salpêtre employée ; la seconde, celle du sel marin ajoutée ; la troisième, celle du salpêtre dissous à la faveur du sel marin ; la quatrième, celle du salpêtre primitivement dissous ; la cinquième, le total du salpêtre que contenait la liqueur, soit celui primitivement dissous, soit celui que le sel marin a fait dissoudre ; enfin, la sixième présente la pesanteur spécifique des dissolutions de salpêtre et de chlorure de sodium.

QUANTITÉ de la dissolution de salpêtre employée.	SEL MARIN ajouté.	SALPÊTRE dissous à la faveur du sel marin.	SALPÊTRE primitivement dissous.	TOTAL du salpêtre dissous.	PESANTEUR spécifiques des dissolutions.
gramm.	gramm.	gramm.			
100	5	0,746	21,63	22,376	1,1871
100	10	1,267	21,63	22,897	1,2212
100	15	1,658	21,63	23,288	1,2523
100	20	1,827	21,63	23,457	1,2872
100	25	2,583	21,63	24,213	1,3096
100	26,85	3,220	21,63	24,850	1,3290

Le dernier résultat présente le *maximum* de nitrate de potasse et de chlorure de sodium que peut contenir

une dissolution au degré de température auquel j'opérais (1). Si actuellement on a une dissolution saturée de salpêtre qui ne contienne que du chlorure de sodium, en en prenant la pesanteur spécifique, on saura de quoi elle se compose. Si, par exemple, elle est à 18° centigrades de 1,2523, elle sera composée de la manière suivante :

Eau,	78,370 ;
Salpêtre,	23,288 ;
Chlorure de sodium,	15,000.

Voici quelle méthode j'ai employée dans ces recherches : j'ai pris 100 parties de dissolution de salpêtre que j'ai

---

(1) A 4° centigrades, la pesanteur spécifique d'une dissolution saturée de salpêtre et de chlorure de sodium est de 1,3057 ; elle se compose de :

Eau,	61,74 ;
Salpêtre,	16,06 ;
Chlorure de sodium,	22,20.

Or, à cette température, 61,74 d'eau ne peuvent dissoudre que 9,827 de salpêtre ; donc la dissolubilité de ce sel a été accrue, comme je l'ai dit plus haut, de 53 pour 100 ; et l'on voit bien qu'il peut arriver un terme où elle s'accroîtrait peut-être de 100 pour 100, et au-delà ; car, à quelques degrés au-dessous de zéro, le salpêtre est peu soluble, tandis que le nitrate de soude et le chlorure de sodium le sont encore beaucoup relativement : ainsi donc, il se dissoudra autant de salpêtre qu'il faudra de potasse pour former le chlorure de potassium qui pourra se dissoudre au degré de température auquel on opérera.

fait évaporer avec soin, et par la quantité de sel qui est restée, j'ai connu de quelle manière cette dissolution se composait. J'en prenais alors 100 parties, auxquelles j'ajoutais une quantité déterminée de sel marin, et lorsque ce sel était dissous, j'agitais avec du salpêtre très-pur en poudre. La dissolution étant revenue à la température première, j'en prenais la pesanteur spécifique, puis je la fesais évaporer. En défalquant du résidu que laissait l'évaporation, la quantité de salpêtre que contenait la dissolution primitive, puis celle du chlorure de sodium ajouté, l'excédent représentait le nitrate de potasse qui était dissous à la faveur du sel marin.

Avant d'aller plus loin, je dois observer qu'il y a une objection qui semble assez forte à faire à la théorie que je présente pour expliquer l'accroissement de dissolubilité du nitrate de potasse; car, si ce phénomène est dû, comme je le pense, à une décomposition entre les deux sels, pourquoi cette dissolubilité du nitrate de potasse ne croît-elle pas jusqu'à ce que les élémens de ce sel puissent saturer ceux du chlorure de sodium? Il me semble que l'on résout facilement cette difficulté, en observant que la grande affinité de l'eau pour le sel marin, augmentant encore à mesure que la quantité de ce sel diminue, s'oppose enfin à sa décomposition; d'un autre côté, le chlorure de potassium agit avec peu d'énergie sur l'eau qui tient en dissolution le sel marin, tandis qu'au contraire, celui-ci précipite beaucoup de chlorure de potassium de sa dissolution, ainsi que l'a fait voir M. Vauquelin, et que je m'en suis assuré.

Si la décomposition du nitrate de potasse par le chlorure de sodium a lieu, comme je le pense, voici le

résultat qu'offre une dissolution faite à 18°, et qui se compose de :

Eau,	58,66;
Nitrate de potasse,	19,87;
Chlorure de sodium,	21,47.

Il se formera :

Nitrate de soude,	16,744;
Chlorure de potassium,	14,670.

Et il restera 9,92 de chlorure de sodium indécomposés. On trouvera aussi qu'il resterait 0,006 de chlore libre; mais cet excédent de chlore provient de quelques erreurs dans la détermination des élémens des sels.

M. Berthollet a, le premier, attiré l'attention des chimistes sur les modifications que les masses apportent dans l'action chimique. Il a fait voir combien était illusoire cette théorie des affinités électives qui varient, et selon les masses, et selon les dissolvans, et selon la tendance à la cohésion ou à l'élasticité. L'étude approfondie des lumineuses observations du célèbre auteur de la *Statique chimique*, répand tous les jours de nouvelles clartés sur les différentes parties de la science; mais je crois qu'il n'en est pas où elle doive être plus essentielle que lorsqu'il s'agit d'observer les décompositions mutuelles des sels.

En suivant la théorie de M. Berthollet sur l'action des masses, on devait naturellement penser que, dans le traitement par la potasse des eaux de lavage des matériaux salpêtrés, tout l'alcali ne se portait point sur l'acide nitrique; mais qu'une partie se combinait avec l'acide hydrochlorique, et que le nitrate et l'hydrochlo-

rate de potasse se formaient en conséquence des quantités relatives de nitrate et d'hydrochlorate de chaux qui existaient dans les liqueurs. D'un autre côté, on avait observé que le salpêtre brut contient du chlorure de potassium ; mais on pouvait penser que ce sel préexistait ou dans les eaux salpêtrées, ou dans les potasses employées au traitement de ces eaux. J'ai jugé qu'il serait utile à l'art du salpêtrier de constater quel est le résultat de la décomposition du nitrate et de l'hydrochlorate de chaux par la potasse.

Pour cela, je me suis procuré des quantités suffisantes, pour toute la suite de mon travail, de dissolutions de nitrate et d'hydrochlorate de chaux très-purs, et aussi de sous-carbonate de potasse obtenu de la décomposition du nitre pur par le charbon. Ces dissolutions ont été renfermées dans trois flacons bouchant à l'émeri. J'ai déterminé par tâtonnement la quantité précise de la dissolution de nitrate de chaux qui était décomposée par 100 parties de la dissolution de sous-carbonate de potasse, et aussi la quantité précise de la dissolution d'hydrochlorate de chaux qui était décomposée par ces mêmes 100 parties de sous-carbonate. J'ai eu ce résultat :

300 parties de sous-carbonate décomposaient . . 400 nitrate de chaux ;
300 . . . . . 389,50 hydrochlorate de chaux.

J'ai mis dans un bocal 400 grammes de nitrate de chaux et 389,5 d'hydrochlorate ; j'ai versé dans ces liqueurs réunies 300 grammes de sous-carbonate de potasse. Le précipité a d'abord été très-abondant ; mais, au bout de vingt-quatre heures, il s'est rassemblé au fond

du vase. J'ai alors soutiré la liqueur avec une pipette; j'ai lavé à plusieurs reprises le précipité avec de l'eau distillée, et toutes les eaux réunies ont été évaporées jusqu'au point nécessaire pour que les sels pussent cristalliser. Il fut facile de reconnaître les cristaux de chlorure de potassium parmi ceux du nitrate. Je décantai alors l'eau-mère, et je pressai avec une spatule d'argent les cristaux qui étaient très-ténus, pour en exprimer celle qu'ils retenaient; enfin, après avoir laissé égoutter pendant vingt-quatre heures, les cristaux furent introduits dans une fiole à médecine avec de l'alcool; celui-ci fut renouvelé six fois dans l'espace de six jours, après quoi la bouteille qui contenait le résidu salin fut placée sur le bain de sable, où elle resta jusqu'à ce que ces sels fussent parfaitement secs. Voici les résultats de deux opérations ainsi conduites :

	Sels.	Eau-mère.
	gramm.	gramm.
1re opération (température 5° cent.)	26,83	49,2;
2e opération (température 4° cent.)	27,93	46,0.

Je précipitai les sels par le nitrate d'argent, et je constatai ainsi qu'ils se composaient de la manière suivante :

	Nitrate de potasse.	Chlorure de potassium.
1re opération,	22,7384	4,0916;
2e opération,	23,8374	4,1556.

Mais, outre les sels que j'ai obtenus par la cristallisation, les eaux-mères en retenaient encore, et principalement du chlorure de potassium, qui est beaucoup plus soluble à une basse température que le nitrate, et qui de plus le déplace de sa dissolution, ainsi que je le ferai

voir dans une autre occasion. Aussi, mes eaux-mères ayant été mises dans des fioles à médecine, je les fis évaporer d'un cinquième environ, et par refroidissement il se présenta une très-grande quantité de trémies de chlorure de potassium, et pas sensiblement de cristaux de salpêtre. J'achevai alors l'évaporation jusqu'à siccité, et le résidu fut traité par l'alcool, qui fut changé cinq fois, et qui séjourna chaque fois pendant un jour. J'agitai les fioles quatre à cinq fois dans la journée. L'eau-mère de la première opération laissa 5,743 de sels indissous dans l'alcool; celle de la seconde 5,125. Ces sels, analysés par le nitrate d'argent, se sont trouvés composés de cette sorte :

	Nitrate de potasse.	Chlorure de potassium.
1re opération,	0,909	4,834;
2e opération,	0,570	4,555.

Si actuellement nous réunissons les sels obtenus par la cristallisation et par l'alcool, nous verrons que le nitrate de potasse et le chlorure de potassium se sont formés dans les proportions suivantes :

	Nitrate de potasse.	Chlorure de potassium.
1re opération,	23,6470	8,9256;
2e opération,	24,4074	8,7106.

Ce travail a été fait avec le plus grand soin, et les résultats qu'il présente sont, je crois, aussi exacts qu'on puisse les obtenir; mais ils ne peuvent jamais être qu'une approximation, et non une détermination exacte des quantités relatives du nitrate et du chlorure de potassium formés; car, ce que l'alcool a dissous de ces deux

sels, soit dans le traitement des cristaux, soit dans celui des eaux-mères, ne peut point être apprécié. Toutefois on peut savoir la quantité de potasse manquante.

Les précipités de carbonate de chaux formés ont été soigneusement rassemblés dans des verres, où ils ont été lavés, puis ils ont été mis et desséchés dans un creuset d'argent, et ensuite pesés dans ce creuset. Mais comme une petite portion de carbonate de chaux cristallise contre les parois des bocaux, j'ai lavé ceux-ci avec un acide nitrique étendu, et les liqueurs mises dans des verres ont été précipitées par le sous-carbonate de potasse. Les précipités, soigneusement lavés, ont été séchés comme les précédens et ajoutés à leurs poids. Le terme moyen de trois opérations, dont le plus grand écart n'est pas de $\frac{1}{500}$, m'a donné pour résultat $18^{\text{gramm.}},38$ de carbonate de chaux, lesquels sont l'équivalent de $26^{\text{gramm.}},823$ de sous-carbonate de potasse, qui eux-mêmes représentent 18,129 de potasse. Or, le total de l'alcali contenu dans le nitrate et le chlorure obtenus (terme moyen des deux opérations) n'est que de 16,798; par conséquent l'alcool en a retenu, soit à l'état de nitrate, soit à l'état de chlorure, 1,331.

Dans une troisième opération, j'ai pris, comme pour la première, 400 grammes de nitrate de chaux, 389,5 d'hydrochlorate, et j'ai versé dans les liqueurs réunies 300 grammes de sous-carbonate de potasse. L'eau surnageante du précipité et les eaux de lavage réunies ont été évaporées à siccité; les sels, soigneusement rassemblés, ont été mis dans une fiole avec de l'alcool, qui a été changé cinq fois, après un séjour de vingt-quatre heures chaque fois, et agité de temps à autre : ensuite la fiole a

été mise sur le bain de sable, où elle est restée jusqu'à la parfaite dessiccation des sels, dont le poids a été constaté de 32g,195. J'ai reconnu, par le nitrate d'argent, qu'ils se composaient ainsi :

Nitrate de potasse,	24,2312;
Chlorure de potassium,	7,9638.

Dans cette troisième expérience, la quantité de salpêtre est sensiblement égale au terme moyen que donne ce sel dans les deux premières; mais le chlorure de potassium ne présente pas un accord aussi satisfaisant.

Je dois observer que, malgré le soin que j'ai mis à enlever les sels terreux par l'alcool, il en est toujours resté une certaine quantité avec les sels de potasse; car ceux-ci dissous dans l'eau, la liqueur était troublée par un sous-carbonate alcalin.

Ainsi, d'une part, l'alcool a dissous des sels de potasse; de l'autre, ceux-ci ont retenu des sels calcaires; ce qui rend incertaine la détermination précise des produits; mais du moins, par les soins que j'ai mis dans mes expériences, j'ai limité autant que possible cette indétermination; et je crois que le terme moyen fourni par les deux premières opérations présente sensiblement le rapport exact dans lequel se sont formés le nitrate et le chlorure.

Mais il ne faudrait pas conclure que toutes les fois qu'on décomposera un mélange de nitrate et d'hydrochlorate de chaux par la potasse, le nitrate et le chlorure de cette base seront constamment formés dans le rapport de 24 à 9. Ce rapport ne sera tel que lorsque l'acide du nitrate de chaux sera l'équivalent de celui de l'hydro-

chlorate ; changez la quantité d'un des sels calcaires, en employant toujours la même quantité d'alcali, vous obtiendrez le nitrate de potasse ou le chlorure dans des rapports divers, suivant que le nitrate ou l'hydrochlorate calcaire aura été plus abondant. Ainsi se développe tous les jours cette belle théorie de l'action des masses conçue par M. Berthollet ; et je crois l'avoir étayée, dans ce travail, d'un des faits les plus concluans et le plus à l'abri de toute objection que l'on ait encore présentés.

Partant du phénomène de la dissolubilité du nitrate de potasse par le chlorure de sodium, j'ai trouvé la décomposition du chlorure de potassium par le nitrate de soude. Aujourd'hui que j'ai reconnu la formation du chlorure de potassium dans les travaux des salpêtriers, je vais faire connaître quelle peut être l'influence de ces résultats relativement à la fabrication du salpêtre, dans un pays où le sulfate de soude est un produit national, tandis que la potasse est presque toujours achetée de l'étranger.

Personne ne mettra en doute que si l'on traitait les lessives des matériaux salpêtrés par le sulfate de soude, au lieu de les décomposer par les sels de potasse en usage, le nitrate de soude obtenu ne fût d'un prix beaucoup moins élevé que ne l'est celui du salpêtre (1), puisque

---

(1) M. d'Arcet (Lettre à M. Gay-Lussac, *Ann. de Ch. et de Phys.* VI. 206) assure que depuis long-temps M. Proust a proposé l'emploi du nitrate de soude dans les arts. Le fait est que ce chimiste a fait insérer, dans le *Journal de Physique* (LXIII. 59) une note de quelques lignes, dans laquelle il propose l'emploi du nitrate de soude dans les feux d'arti-

l'alcali pris dans le sulfate de soude ne coûte pas le tiers de celui pris dans le sulfate de potasse.

Ainsi donc, si un art ou une source quelconque pouvait nous donner du chlorure de potassium en suffisante quantité pour décomposer tout le nitrate de soude qu'on pourrait fabriquer, l'art du salpêtrier changerait la marche de ses travaux, en présentant toujours le même produit, mais à un prix beaucoup moins élevé. Je desire que l'attention des personnes qui s'occupent des arts chimiques

---

fice, comme produisant une flamme d'*un jaune tirant sur le rouge*, qui pourrait être de quelque effet dans son mélange avec les autres flammes. De ce que les artificiers n'ont pas su profiter d'un nouveau sel que leur proposait M. Proust, ou de ce qu'ils n'ont pas cru devoir en faire usage, il ne faut pas en conclure que le nitrate de soude est un produit que les arts ne sauraient employer. Ce n'est point l'emploi de quelques kilogrammes de nitrate de soude que j'ai proposé, mais bien la substitution complète de ce sel au nitrate de potasse dans tous les arts qui le consomment. On objecte que le sulfate de potasse provenant de la décomposition du nitrate, a une valeur élevée, tandis que relativement le sulfate de soude n'en a pas; mais peu importe la valeur de ce résidu si le prix auquel le gouvernement pourrait livrer le nitrate de soude compensait toutes les pertes. En proposant de substituer le nitrate de soude au nitrate de potasse, j'ai eu pour but de conserver à la France un art important, celui du salpêtrier. Il occupe beaucoup de bras, et la France ne peut pas, sans compromettre son indépendance, l'abandonner. M. d'Arcet, qui a tant contribué à la prospérité de nos fabriques, appréciera le motif qui me fait défendre une branche de l'industrie nationale.

se porte sur cet objet; en attendant, je vais communiquer ce que je sais.

M. Vauquelin (*Ann.*, XL, 284), dans un travail ayant pour but un procédé simple de reconnaître la valeur d'une potasse du commerce, nous a donné l'analyse de celles qui sont le plus employées. Toutes contiennent du chlorure de potassium; mais il en est une, celle des Vosges, qui par conséquent est un produit national, qui en contient plus que de potasse réelle, puisque 1152 parties de cette potasse contiennent en alcali 444, en chlorure 510. Jusqu'à présent le chlorure de potassium n'est employé à aucun usage; il serait donc avantageux pour les personnes qui fabriquent les potasses des Vosges, de séparer, pendant l'évaporation, le chlorure de potassium de l'alcali. Leurs potasses croîtraient beaucoup en valeur, puisqu'alors elles deviendraient égales aux meilleures fournies par l'étranger, et le chlorure qu'ils extrairaient leur serait acheté par les salpêtriers : c'est au gouvernement à solliciter ce travail.

L'on a reconnu que le salpêtre brut contient 18 à 20 pour 100 de sel marin; par conséquent, s'il se fabrique en France 1,500,000 kilogr. de salpêtre raffiné, ce travail doit produire environ 400,000 de chlorure de sodium : or, plusieurs commissaires des poudres, surtout ceux qui sont placés dans les pays où les salpêtriers décomposent les sels calcaires avec des eaux de cendres, ont trouvé que ce prétendu sel marin contenait la moitié et jusqu'aux deux tiers de chlorure de potassium. Voilà donc 200,000 kilogr. de ce sel que l'on perd depuis bien des années. Il faut espérer qu'actuellement que j'ai fait connaître le parti qu'on en peut tirer, il n'en sera plus

ainsi. La Direction des poudres aura d'abord à supprimer totalement l'emploi de la potasse dans ses ateliers, puisque les eaux que l'on traite ordinairement par cet alcali sont saturées d'hydrochlorate, et contiennent de très-grande quantité de sels calcaires déliquescens. En décomposant par le sulfate de soude, elles ne contiendront plus que des nitrates de potasse et de soude, des hydrochlorates de ces bases; et enfin, dans l'acte de la cristallisation, elles présenteront pour résultat du nitrate de potasse et du chlorure de sodium. Les salpêtriers doivent être éclairés aussi sur l'emploi du sulfate de soude; ce sel doit remplacer chez eux la potasse ou les eaux de cendres, toutes les fois qu'il s'agira de traiter des eaux-mères quelconques, premières ou dernières.

Il fallait déterminer les quantités précises de nitrate de soude et de chlorure de potassium qu'il faudrait employer pour qu'il n'y ait point excès de l'un des sels après leur décomposition réciproque. Les analyses connues jusqu'à ce jour laissant dans la liqueur un excès considérable d'un des composans, j'ai cru devoir rechercher s'il n'y aurait pas quelques modifications à apporter à la détermination des élémens du nitrate de soude, et des sels qui résultent de sa décomposition par le chlorure de potassium. Avec des chiffres on fait aujourd'hui beaucoup d'analyses dans le cabinet; mais j'ai cru devoir m'occuper de ce travail dans le laboratoire. Les résultats que j'ai obtenus seront utiles puisqu'ils sont donnés par l'expérience.

J'ai purifié du sous-carbonate de soude avec le plus grand soin; je l'ai fait dessécher, et je l'ai chauffé, pendant près de deux heures, dans un creuset d'argent, et,

au sortir du feu, je le renfermais encore chaud dans un flacon à l'émeri. Le creuset n'étant point assez grand pour chauffer à-la-fois tout le sel, j'ai procédé à plusieurs reprises, et j'ai agité le flacon en tous sens pendant très-long-temps pour avoir un mélange bien exact, dans le cas où l'une des chauffes aurait été moins complète que l'autre.

Je fesais ensuite la tare d'une fiole avec une balance très-exacte, j'y introduisais de mon sous-carbonate, et j'en prenais le poids. La saturation était faite dans la fiole même, avec la précaution de mettre un léger excès d'acide. La fiole était alors mise sur le bain de sable, et lorsque l'évaporation était achevée, je l'entourais de sable jusqu'au col, et je continuais le feu pendant trois heures. Pour éviter que, dans la saturation, il n'y eut quelques parties de liqueur de projetées par le dégagement du gaz, j'avais pris des portions de tube de verre plus larges que les orifices des bouteilles, et de 10 à 12 centimètres de long; je les avais rendues légèrement coniques afin qu'on pût les asseoir sur les fioles, et l'extrémité était tirée capillaire, en sorte que ces petits tubes formaient bouchon, et l'acide ne tombait que goutte à goutte.

20 grammes de sous-carbonate de soude, traités par l'acide nitrique, ont donné :

	Nitrate de soude.	
1er résultat,	32,052	Terme moyen.
2me ———	32,043	32,035.
3me ———	32,010	

20 grammes du même sous-carbonate, traités par l'acide hydrochlorique, ont donné :

Chlorure de sodium.

1er résultat,	22,122	Terme moyen. 22,096 (1).
2me ———	22,080	
3me ———	22,085	

5 grammes du même sous-carbonate, traités par l'acide sulfurique, ont donné :

Sulfate de soude.

1er résultat,	6,710	Terme moyen. 6,715.
2me ———	6,720	
3me ———	6,708	
4me ———	6,708	

J'avais d'abord opéré sur 20 grammes de sous-carbonate de soude; mais le sulfate acide que je formais ne put pas être décomposé à la plus forte chaleur du bain de sable. J'ai cru que cela tenait à ce qu'il y avait une trop grande masse de sel; j'ai donc opéré sur de plus petites quantités; mais je n'ai pas mieux réussi, quoique j'aie chauffé pendant plus de vingt heures, à trois reprises différentes. J'ai alors dissous le sel au moyen de l'eau distillée, et la dissolution a été versée dans un creuset de platine. L'évaporation a été conduite avec soin, et lorsqu'elle a été achevée, le creuset a été porté au rouge. Le sulfate de soude n'attaque pas le creuset de platine comme le sulfate de potasse.

---

(1) M. Berzelius (*Annales*, LXXIX, 262) a obtenu de 10 grammes de sous-carbonate 10,995, résultat parfaitement conforme au mien.

Ainsi, 20 grammes de sous-carbonate de soude sec donnent :

32,035 de nitrate ;
22,096 de chlorure ;
26,846 de sulfate.

On connaîtrait donc la quantité de soude qui entre dans le nitrate si l'on avait une analyse certaine du sous-carbonate, ou du sulfate, ou du muriate ; mais reste à savoir quelle est celle des trois sur laquelle on peut compter. Si on conclut de l'analyse du sous-carbonate qui semble reçue aujourd'hui, et par laquelle on admet que 41,13 acide saturent 58,87 alcali (1), on trouve que le nitrate, le chlorure et le sulfate se composent ainsi :

Nitrate de soude,	acide nitrique,	63,247 ;
	soude,	36,753.
		100,000 (2).
Chlorure de sodium,	Chlore,	60,233 ;
	Sodium,	39,767.
		100,000.
Sulfate de soude,	acide sulfurique,	56,143,
	soude,	43,857.
		100,000.

(1) Analyse donnée par M. Thenard dans son *Traité de Chimie*.

(2) Les chimistes admettent de l'eau de cristallisation dans le nitrate de soude ; mais ce sel n'en contient point.

Ces résultats cadrent presque avec ceux que donne M. Thenard, et que ce chimiste a calculés sur 100 d'acide. Toutefois on remarquera qu'ils excèdent en acide, puisqu'ils donnent, pour 100 de ces sels :

Acide nitrique,	63,080 ;
Chlore,	59,806 ;
Acide sulfurique,	55,919.

J'ai voulu m'assurer, par une autre voie, des proportions des composans du nitrate de soude. Pour cela, je me suis procuré une quantité d'acide nitrique suffisante pour toute la suite du travail ; je prenais 100 parties de cet acide, que je saturais par le sous-carbonate de soude pur, que j'ajoutais en léger excès, et je prenais les précautions nécessaires pour éviter toute perte par le dégagement du gaz, ou autres causes. Je concentrais la liqueur par l'évaporation, puis j'achevais la saturation avec un acide nitrique qui était au premier comme 1 à 10. Lorsque j'étais parvenu à une saturation parfaite, j'achevais l'évaporation jusqu'à siccité. J'ai opéré de la même manière avec le sous-carbonate de potasse. Trois saturations faites avec chaque alcali m'ont donné des résultats d'une concordance parfaite. Je n'en présenterai que les moyennes, pour ne point rapporter inutilement des chiffres.

100 parties d'acide nitrique donnent . . . . . { 26,73 nitrate de soude ; 31,72 nitrate de potasse.

Si donc on avait une analyse certaine du nitrate de potasse, on déduirait naturellement celle du nitrate de

soude, ou bien réciproquement, une analyse certaine de ce dernier sel donnerait le moyen de conclure celle du salpêtre. J'ai le plaisir de trouver une concordance presque parfaite entre l'analyse du nitre donnée par M. Wollaston (*Ann. de Chim.*, XC, 154), et celle que l'on déduit du résultat que je présente, et de l'analyse du nitrate de soude que j'ai donnée plus haut, ainsi qu'on va le voir.

	Wollaston.	Longchamp.
Acide nitrique,	53,332	53,297;
Potasse,	46,668	46,703.
	100,000	100,000.

M. Berthollet a donné, dans le 3me *volume d'Arcueil* (page 170), des proportions qui ne s'accordent pas avec celle-ci; car il a trouvé:

Acide nitrique,	49,9;
Potasse,	50,1.

Mais je crois que le résultat de M. Wollaston et le mien ne laissent aucun doute quant à la quantité d'alcali, qui doit être fixée à 46,7 pour 100 de sel. Il n'en est pas de même de l'acide que nous ne trouvons que par induction. M. Berthollet a analysé le salpêtre en décomposant l'acide, et le calculant d'après les élémens gazeux obtenus. Si les résultats de ce célèbre chimiste n'ont pas trop été influencés par l'acide nitreux gazeux qui se dégageait à la fin de son opération, dont il a négligé l'estimation, et qui n'entre pas dans le calcul de l'oxi-

gène et de l'azote qu'il a obtenus (1), il faudrait en conclure nécessairement que le nitrate de potasse contient de l'eau, et qu'il se compose ainsi :

Acide nitrique,	49,9 ;
Potasse,	46,7 ;
Eau,	3,4.

Voulant connaître les proportions du nitrate et du chlorure de calcium, j'employai le moyen suivant : après m'être procuré des quantités suffisantes de nitrate de chaux, d'hydrochlorate de chaux et de sous-carbonate de potasse pour toute la suite des opérations, je déterminai, par le tâtonnement, que :

100 de sous-carbonate de potasse décomposaient . .	113,64 nitrate de chaux ;
	158,73 hydrochlorate de chaux.

---

(1) D'ailleurs il a pu se former de l'acide nitreux dans le cours de l'opération qui n'aura point été aperçu, parce qu'il reformait de l'acide nitrique au moyen de l'oxigène avec lequel il était mêlé, et de l'eau qu'il traversait. Il y a dix ans que j'ai fait une analyse du nitrate de potasse en le mêlant avec de la limaille de fer, chauffant le mélange, et faisant passer le gaz sur des tournures de fer qui remplissaient un canon de fusil. Malheureusement je n'avais à ma disposition aucun moyen pour estimer, avec la rigueur convenable, la quantité de gaz obtenu, et je n'avais point d'eudiomètre de Wolta pour examiner s'il ne contenait pas du gaz hydrogène, en sorte que je n'ai jamais eu beaucoup de confiance dans cette analyse. En voici toutefois le résultat :

Acide nitrique,	52,00 ;
Potasse,	48,00.

Je pesai donc 113,64 de ma dissolution de nitrate de chaux que je décomposai par 100 de sous-carbonate de potasse. L'eau surnageante et celles provenant du lavage du précipité furent soigneusement évaporées à siccité, et après avoir pris le poids du sel, il fut redissous dans l'eau distillée, pour en séparer le carbonate de chaux qui s'était précipité pendant le cours de l'évaporation. Ce carbonate a été pesé avec celui obtenu de la précipitation, joint à celui qui s'était fixé sur les bocaux, et qui, enlevé par l'acide nitrique, a été séparé de cet acide par le sous-carbonate de potasse. L'opération, trois fois recommencée, m'a donné des résultats d'une concordance parfaite, et dont je ne rapporterai, pour cette raison, que la moyenne.

Nitrate de potasse, 11,7985 gramm. Carbonate de chaux, 5,9802 gramm.

J'ai décomposé avec les mêmes soins 158,73 d'hydrochlorate de chaux par 100 de sous-carbonate de potasse. Trois opérations m'ont donné des résultats rigoureusement semblables, dont, par conséquent, je ne rapporterai que le terme moyen.

Chlorure de potassium, 8,920. Carbonate de chaux, 5,9809.

En adoptant les proportions du nitrate de potasse que j'ai données ci-dessus, et celles du carbonate de chaux par M. Wollaston, on trouve que le nitrate se compose de :

Acide nitrique,	65,1146;
Chaux,	34,8854.

En adoptant les analyses du muriate de potasse et de la potasse données par M. Berzelius (*Ann. de Chim. et de*

Phys., V, 176), on trouve que 8,92 de chlorure de potassium contiennent 4,2366 de chlore, lesquels répondent à 0,1256 hydrogène, qui sont l'équivalent de 0,947 oxigène; mais les 5,9805 de carbonate de chaux contiennent 3,367 de chaux, par conséquent nous trouvons que cette terre se compose dans les proportions suivantes :

Oxigène,	28,138;
Calcium,	71,862.
	100,000 (1).

Et le chlorure sera composé de :

Chlore,	63,645;
Calcium,	36,355.
	100,000.

Des résultats des expériences ci-dessus on déduit facilement les proportions du sous-carbonate de potasse; car 8,92 de chlorure de potassium sont l'équivalent de 5,6426 de potasse; 5,9805 de carbonate de chaux sont l'équivalent de 2,6135 d'acide carbonique, d'où l'on conclut que 100 de sous-carbonate de potasse sont composés de :

Acide carbonique,	32,4123;
Potasse,	67,5877.

Cette analyse, qui coïncide presque avec celle que M. Vauquelin a déduite de celle du carbonate qu'il a

(1) M. Berzelius (*Ann. de Chim.*, LXXXI, 18) a trouvé, par l'analyse du sulfate de chaux, 28 d'oxigène pour 100 d'oxide de calcium, et par celle du chlorure 28,267.

faite (*Ann. de Chim. et de Phys.*, VI, 25), diffère de toutes les autres publiées dans ces derniers temps par divers chimistes. Mais si les analyses du chlorure de potassium et du carbonate de chaux sur lesquelles je me suis appuyé sont exactes, il est certain que celle du sous-carbonate que je donne doit l'être aussi, puisque la quantité de carbonate de chaux, d'où j'ai conclu l'acide carbonique, est le terme moyen de six précipités qui ne différaient pas dans les millièmes, et le chlorure de potassium, d'où je conclus la potasse, est le terme moyen de trois expériences non moins satisfaisantes.

Si l'analyse du sous-carbonate de potasse est exacte, il en résulte que la potasse est composée dans les proportions suivantes :

Oxigène,	17,279;
Potassium,	82,721.

L'incertitude qu'il y a encore dans la détermination des proportions des sels, malgré les travaux nombreux que les chimistes les plus habiles ont entrepris sur cet objet, a nécessité les diverses analyses que j'ai présentées dans ce travail : les soins que j'y ai mis me permettent d'espérer qu'elles ne seront pas inutiles. L'expérience a été trop tôt abandonnée pour le calcul; il fallait avant avoir des bases certaines, et nous ne les avons pas. Que l'on prenne, par exemple, les analyses calculées qui se trouvent dans l'ouvrage de M. Thenard; on trouvera que, pour décomposer 100 parties de nitrate de soude, il faut employer 87,86 chlorure de potassium, et qu'il se formera 119,198 nitrate de potasse, 66,302 chlorure de sodium, et qu'il restera 2,36 de soude libre.

Si l'on adopte les analyses des nitrates de soude et de potasse, et du chlorure de sodium que j'ai données, ainsi que celle du chlorure de potassium que l'on déduit de l'analyse du muriate de potasse donnée par M. Berzelius (*Ann. de Chim. et de Phys.*, V, 176), on trouve qu'il faudra employer les proportions suivantes dans le travail qui aura pour objet la décomposition du nitrate de soude par le chlorure de potassium :

100 nitrate de soude;
87,612 de chlorure de potassium.

Il se formera :

118,669 nitrate de potasse;
68,908 hydrochlorate de soude;

Et il restera :

0,035 de soude libre.

Ce résultat me porte à croire que les analyses que j'ai faites sont plus satisfaisantes que celles qui ont été déduites par le calcul, de bases qui n'ont point été suffisamment éprouvées. Les expériences en chimie sont souvent influencées par des causes qu'il est difficile d'apprécier; l'on doit donc varier autant que possible les moyens d'obtenir un résultat, si l'on veut qu'il serve à grouper un grand nombre de faits de même nature.

Exposition *de nouvelles Expériences sur la force des matériaux.*

Par M. George Rennie.

Avec quelques Observations par M. Ch. Dupin.

M. George Rennie, fils du célèbre ingénieur M. Jean Rennie, a fait sur la force des matériaux employés dans les constructions de l'architecture une suite d'expériences d'un très-grand intérêt. Elles viennent d'être publiées dans la première partie des *Transactions philosophiques de la Société royale de Londres* pour 1818 : nous allons faire connaître les principaux résultats de ce travail, et la méthode que l'auteur a suivie pour les obtenir.

Un premier objet des expériences est de rompre les corps par compression; un second, de les rompre par tension; un troisième, de les rompre par torsion; un quatrième et dernier, de les rompre par flexion transversale.

Premier objet. *Rupture des corps par compression.*

Un levier, *fig.* 1, long de dix pieds, fait d'un excellent fer anglais, tourne, à l'une de ses extrémités, autour d'un axe horizontal fixe, *f*. Le levier, au moment où son action doit commencer à s'exercer, est horizontal, ou à très-peu près dans cette position.

L'axe qui sert de point d'appui au levier est une cheville tenue dans un support *A*, fixé sur une base en fer par un boulon qui part de dessous le support, traverse la base, et est écroué en *C* sous cette base, qui se

prolonge parallèlement au levier jusqu'à une certaine distance.

C'est entre ce prolongement de la base et le dessous du levier, à cinq pouces du point d'appui, que doivent s'exercer les pressions pour produire la rupture des corps *b* mis en expérience.

A cette distance, une cheville verticale *B*, forte et garnie d'une languette saillante, parallèle à l'axe, peut monter et descendre à volonté dans un creux de même figure, présenté par la base inamovible. Un solide écrou *F*, posé sur cette base, s'engrène dans une vis faite à la partie supérieure de la cheville; par conséquent l'écrou la fait monter ou descendre à la hauteur nécessaire, pour qu'en posant sur la tête de la cheville le corps *b* qu'on veut briser, le levier, en s'appuyant sur ce corps, soit horizontal.

A l'extrémité libre du levier est fixée une corde qui passe par une poulie de renvoi fixée au plancher; cette corde redescend pour s'attacher à un poids *E* qui contre-balance exactement la propension du levier à tomber en vertu de sa pesanteur.

Enfin, un plateau de balance est fixé tout-à-fait au bout du levier, et reçoit les poids dont l'effet seul doit produire les pressions.

M. G. Rennie commence par éprouver la force du fer pour résister à la compression. M. Reynolds, qui avait déjà fait des expériences à ce sujet, a trouvé que pour rompre un cube en fer coulé, ayant un quart de pouce de côté, il fallait une pression de 448000 livres avoir du poise.

La valeur moyenne de treize expériences faites par

M. G. Rennie lui donne seulement 10392#,53, c'est-à-dire, plus de quarante fois moins !

Il est à regretter que M. Rennie ne nous ait pas fait connaître l'appareil employé par M. Reynolds, afin de nous mettre à même de juger du degré de confiance que mérite cet appareil.

M. Rennie emploie quatre espèces de fer.

1. Fer tiré du centre d'une large masse dont les cristaux avaient la forme et l'apparence de ceux qu'on voit dans la rupture d'un canon de même métal.

2. Fer tiré d'une petite coulée, à grain serré, d'un gris terne.

3. Fer coulé horizontalement en barres de $\frac{3}{8}$ de pouce en carré, sur huit pouces de long.

4. Fer coulé verticalement, et de mêmes dimensions que le précédent.

Toutes ces pièces ont été réduites à former des parallélipipèdes ayant un quart de pouce de côté pour leur base, en enlevant de la sorte la croûte grossière qui enveloppe toujours le fer coulé.

Ensuite on a calibré ces fers pour les soumettre à la rupture, et l'on a obtenu les résultats suivans :

Expériences sur des cubes en fer coulé de $\frac{1}{8}$ de pouce.

Fer tiré d'une masse dont la pesanteur spécifique était 7,033.

	Livres avoir du poise.	Poids moyen.
1°,	1454	1439#,66.
2°,	1416	
3°,	1449	

Echantillons prismatiques de $\frac{1}{8}$ de pouce, en carré, de base, avec différentes hauteurs, ayant pour pesanteur spécifique 6,977.

Hauteurs.	Livres avoir du poise.	Poids moyen.
$\frac{2}{8}$ pouc.	1922	2116.
$\frac{2}{8}$	2310	
$\frac{3}{8}$ (1)	2363	1758,5.
$\frac{4}{8}$ (2)	2005	
$\frac{5}{8}$ (3)	1407	
$\frac{6}{8}$	1743	
$\frac{7}{8}$	1594	
$\frac{8}{8}$	1439	

Expériences faites sur des cubes de $\frac{1}{4}$ de pouce de côté, tirés de la masse de fer employée déjà.

	Livres avoir du poise.	Poids moyen.
1°.	10 561	9773,5.
2°.	9 596	
3°.	9 917	
4°.	9 020	

(1) Eclate avec 1863 liv., se fend ensuite, et ne se rompt qu'avec les 2363 liv. marquées dans le tableau.

(2) Eclate avec 1495 liv.

(3) Je suis persuadé qu'il y avait un défaut dans ce prisme ; la force devait être entre 1800 et 1900 liv. : j'invite l'auteur des expériences à vérifier par un nouvel essai si ma conjecture est ou n'est pas fondée.

Cubes de même dimension tirés de barres coulées horizontalement. *Pesanteur spécifique*, 7,113.

1°.	10 432	10 114.
2°.	10 720	
3°.	10 605	
4°.	8 699	

Cubes de même dimension, tirés de barres coulées verticalement. *Pesanteur spécifique*, 7,074.

1°. (Bout inférieur de la barre.)	12 665	11 136ff.75.
2°.	10 950	
3°.	11 088	
4°.	9 844	
5° (1).	11 006	

Un solide (2) de révolution ayant comme les colonnes une logarithmique pour profil, posée sur sa base, qui avait $\frac{1}{4}$ de pouce de diamètre; enfin, la hauteur de cette petite colonne étant de 1 pouce, il a fallu, pour la rompre, un poids de 6954 liv.

Epreuves sur des prismes d'un quart de pouce carré de base, pour différentes hauteurs.

Hauteur commune.		Livres avoir du poise.	Poids moyen.
$\frac{1}{2}$ pouce.	1°.	9455	9414,5.
	2°.	9374	
	3°.	=9006ff, Expérience jugée mauvaise.	
	4°.	9938	9982,5.
	5°.	10027	

(1) La balance a rompu pendant cette expérience avec un poids de 10 294 liv. On a repris l'expérience, et l'on a trouvé, comme il est marqué, 11 006.

(2) M. G. Rennie appelle ce solide un *prisme* : peut-être ai-je mal compris sa définition.

Fers coulés horizontalement.

Hauteurs.	
$\frac{3}{8}$	9 006;
$\frac{5}{8}$	8 845;
$\frac{6}{8}$	8 362;
$\frac{7}{8}$	6 430;
$\frac{8}{8}$	6 321.

Fers coulés verticalement.

Hauteurs.		Livres avoir du poise.
$\frac{3}{8}$	. . . . .	9 328;
$\frac{5}{8}$	. . . . .	8 385;
$\frac{6}{8}$	Défaut dans l'échantillon.	7 896;
$\frac{7}{8}$	. . . . .	7 018;
$\frac{8}{8}$	. . . . .	6 430.

Expériences faites sur des cubes d'un quart de pouce de côté, de matières diverses.

Cuivre coulé,			7 318;
Cuiv. jaune réduit de		$\frac{1}{10}$,	3 213;
Id.	*id.*	$\frac{1}{2}$,	10 304;
Cuivre battu	*id.*	$\frac{1}{16}$,	3 427;
Id.	*id.*	$\frac{1}{8}$,	6 440;
Etain coulé	*id.*	$\frac{1}{16}$,	552;
Id.	*id.*	$\frac{1}{3}$,	966;
Plomb coulé	*id.*	$\frac{1}{2}$,	483.

Les différences de résultat observées entre les trois premières expériences faites sur des cubes de $\frac{1}{8}$ pouc. ne viennent, dit M. G. Rennie, que de la difficulté de rendre parfaitement égaux d'aussi petits corps. Les expériences

sur les prismes de $\frac{1}{8}$ p. carré de base, mais avec différentes hauteurs, ne présentent aucun rapport. Les expériences sur les cubes d'un quart de pouce, en prenant une moyenne sur les trois premiers de chaque série, donnent une proportion entre le résultat moyen des trois cubes de $\frac{1}{8}$ de pouce.

:: 1 : 6,096 fer tiré de la grande masse de fer coulé;
:: 1 : 7,352 fer coulé horizontalement;
:: 1 : 8,035 fer coulé verticalement.

Dans quelques cas, la proportion est celle des cubes.

On voit par là que le fer coulé verticalement est plus fort que celui qui est coulé horizontalement.

Les prismes, dit M. G. Rennie, prenaient ordinairement une forme semblable à celle d'une courbe du 3me ordre avant de se rompre. Il fallait dire d'abord quelle forme de courbe du 3me ordre. Je crois ensuite qu'il doit être bien difficile de juger, à la vue, qu'une courbe de quelques huitièmes de pouce de longueur, avec une flexion toujours très-faible, est ou n'est pas du 3me ordre.

Les expériences faites sur diverses espèces de métaux, dit M. G. Rennie, ne donnent pas de résultats satisfaisans. La difficulté consiste à déterminer la diminution de leur volume. Quand on peut les comprimer à un certain degré, la force qu'il faut employer pour les rompre est énorme.

M. G. Rennie s'est servi de son appareil pour rompre des solides de diverses substances, réduites à un pouce cube. Voici les poids qui ont brisé ces cubes :

Orme	1284;
Pin d'Amérique	1606;
Bois blanc	1928;
Chêne anglais (moyenne de deux expériences).	3860;
Id., long de 5 pouces, s'est éclaté avec . . .	2572,
Id., long de 4 pouces.	5147;
Prisme pierre de Portland, longue de 2 pouces.	805;
Id., marbre de statuaire.	3216;
Pierre blanche dite *craig leith*.	8688.

Dans les observations suivantes sur la force des pierres, la pression était communiquée par une pyramide dont la base était séparée du corps à comprimer, par un cuir, pour répartir la pression sur tous les points; le levier faisait force sur la pointe de la pyramide.

Les cubes éprouvés avaient tous un demi-pouce de côté.

	Pes. spéc.	Liv. avoir du poise.
Chaux		1 127;
Brique rouge pâle	2,085	1 265;
Pierre de Roe : Gloucestershire		1 449;
Brique rouge : moyenne de deux épreuves.	2,168	1 817;
Brique de Hammersmith. .		2 254;
Id. brûlée.		3 243;
Brique de Stourbridge. . .		3 864;
Grit de Derby, pierre siliceuse, rouge et friable. . .	2,316	7 070;
Id. d'une autre carrière. .	2,428	9 776;
Pierre blanche de Killaly, non stratifiée	2,423	10 264;

	Pes. spéc.	Liv. avoir du poise.
Pierre de Portland.	2,428	10 284;
Pierre blanche dite *craig leith*	2,452	12 346;
Pavé d'Yorkshire parallèlement aux couches	2,507	12 856;
Id. perpendiculairement aux couches.	2,507	12 856;
Marbre blanc statuaire non veiné.	2,760	13 632;
Pierre siliceuse de Branmlfall, près Leyde, parallèlement aux couches.	2,506	13 632;
Id. perpend^at aux couches.	2,506	13 632;
Granit de Cornouailles . .	2,662	14 302;
Pierre siliceuse de Dundée.	2,530	14 918;
Cube de 2 pouces, de pierre de Portland	2,423	14 918;
Pierre craig leith parallèlement aux couches.	2,452	15 560;
Marbre rouge de Devonshire		16 712;
Pierre à chaux compacte. .	2,584	17 354;
Granit à grain serré de Peterhead.		18 636;
Pierre à chaux noire et compacte de Limerick . . .	2,598	19 924;
Pierre de Purbeck	2,599	20 610;
Marbre blanc de Brabant. .	2,697	20 742;
Freestone très-dure.	2,528	21 254;
Marbre blanc italien, veiné.	2,726	21 783;
Granit d'Aberdeen bleu . .	2,625	24 556.

Ces résultats font voir que la pesanteur spécifique, bien qu'indice assez ordinaire de la plus ou moins grande résistance opposée par les corps à la compression, n'est pas l'unique élément de leur force. . . .

Ainsi, le marbre statuaire, plus pesant que le granit d'Aberdeen, rompt sous une pression plus que moitié moindre.

D'un autre côté, la résistance à la compression ne suit pas nécessairement celle à la rupture par un choc : ainsi, la pierre à chaux, qui se brise au moindre choc, résiste à la pression avec une force presqu'égale à celle du granit.

SECOND OBJET : *Rupture des corps par tension.*

Pour atteindre le second objet, on s'est servi du même levier que dans les expériences précédemment décrites; il a seulement fallu changer l'appareil pour tenir les corps soumis aux expériences.

Ces corps étaient des barres carrées *b*, *fig.* 2, de grosseur constante dans leur partie intermédiaire libre, et augmentant d'équarrissage aux deux bouts pour tenir sans glisser dans deux espèces de mâchoires : celle de dessus suspendue à une traverse horizontale inébranlable; celle de dessous libre et traversée par le levier même; enfin, les deux parties de chaque mâchoire fortement serrées pour empêcher de glisser la barre soumise aux épreuves.

Quand le levier devait agir par pression, le corps à comprimer était sous le levier; à présent qu'il doit agir par tension, le corps à distendre est en dessus.

Les barres de fer à rompre ont, dans leur partie inter-

médiaire, un quart de pouce d'équarrissage et 6 pouces de longueur.

Espèces.	Poids produisant la rupture.	Poids moyen.
Fer coulé horizontalement . . .	1 166	1193,5.
Fer coulé verticalement. . . .	1 218	
Acier coulé (*Tilted*)	8 391 ;	
Acier (*Blister*) réduit au marteau.	8 322 ;	
Acier (*Shear*) *id*.	7 977 ;	
Fer de Suède, *id*.	4 504 ;	
Fer d'Angleterre, *id*.	3 492 ;	
Métal de canon dur, moyenne de deux épreuves	2 273 ;	
Cuivre battu.	2 212 ;	
Cuivre coulé	1 192 ;	
Cuivre jaune fin	1 123 ;	
Etain coulé.	296 ;	
Plomb coulé	114.	

Rapport des forces pour produire, par compression, la rupture des cubes de fer coulé horizontalement, et, par tension, la rupture des barres de même matière et de même équarrissage = 8,65.

Rapport des forces pour produire, par compression, la rupture des cubes de fer coulé verticalement, et, par tension, la rupture de barres de même matière et de même équarrissage = 9,14.

Rapport moyen de la force des barres à celle du cube d'un pouce d'équarrissage = 10,611.

Les autres métaux éprouvés décroissent en force, depuis l'acier coulé jusqu'au plomb coulé.

L'allongement des barres a toujours produit un dégagement de chaleur.

La rupture des barres ne présentait qu'une très-faible diminution dans l'équarrissage de la section.

M. Prony assure qu'en faisant une légère incision sur la surface des barres, leur force est diminuée de moitié. M. G. Rennie a voulu répéter cette expérience, et n'a pas trouvé plus d'un sixième de diminution dans la force : il est vrai que l'incision que M. Rennie a faite dans la barre d'un quart de pouce n'était elle-même que d'un quarantième de pouce : c'est néanmoins beaucoup encore.

Troisième objet. *Rupture par torsion.*

Pour produire la rupture par torsion, M. G. Rennie s'est servi d'un levier long de deux pieds, en fer travaillé, terminé d'un bout par un arc de cercle égal à 60°, et ayant deux pieds de rayon. Par conséquent le levier représentait le rayon de cet arc. Le centre autour duquel il se mouvait offrait un trou carré, ou *matrice*, destiné à recevoir le bout de la barre de fer qu'on voulait tordre.

Le levier était balancé par un contre-poids, comme dans l'appareil précédemment décrit ; enfin, un plateau de balance pendait à une corde tangente à l'arc dont le levier est le rayon.

La barre qu'on voulait tordre était engagée, par son bout destiné à rester fixe, dans un trou carré que présentait une matrice en fer inamovible. Voici les poids qu'il a fallu mettre dans la balance pour produire la rupture.

Torsion produite par l'application du levier, à toucher la matrice.

Fer coulé horizontalement.

Barres de $\frac{1}{4}$ de pouce.	1°.	10ft	14onc.	Force moyen. 9ft 15onc.
	2°. mauvaise coulée.	8	4	
	3°.	10	11	

Fer coulé verticalement.

Barres de $\frac{1}{4}$ de pouce.	1°.	10ft	8onc.	Poids moyen. 10ft 10onc.
	2°.	10	13	
	3°.	10	11	

Métaux divers.

Acier coulé.	17	9;
Acier (*Shear*)	17	1;
Acier (*Blister*).	16	11;
Fer battu d'Angleterre. . . .	10	2;
Fer battu de Suède	9	8;
Métal de canon, dur	5	0,
Fonte jaune fine.	4	11;
Cuivre coulé.	4	5;
Etain.	1	7;
Plomb.	1	0.

Torsion avec différentes longueurs de barre entre les points d'application de la puissance et de la résistance.

Fer coulé horizontalement.

	Distance susdite.		
Barres de $\frac{1}{4}$ de pouce.	$\frac{1}{2}$ pouce.	7	3;
	$\frac{3}{4}$ *id.*	8	1;
	1 *id.*	8	8.

Fer coulé verticalement.

Barres de $\frac{1}{4}$ de pouce.	$\frac{1}{2}$ pouce.	10	1 ;
	$\frac{3}{4}$ *id.*	8	9 ;
	1 *id.*	8	5.

Torsion exercée à 6 pouces de distance entre les points d'application.

Barres de $\frac{1}{4}$ de pouce.	1°.	10	9 ;
	2°.	9	4 ;
	3°.	9	7.

Torsion de barres de fer coulé horizontalement, ayant un demi-pouce d'équarrissage.

1°. La puissance appliquée à toucher la résistance. . . . . 93^{lt} 12$^{onc.}$

2°. *id.* *id.* *id.* 74

3°. *id.* à 10 pouces de la résistance, 52.

Torsion de divers matériaux.

Ces expériences ont été faites de manière que la puissance fût appliquée à toucher la matrice exerçant la résistance, et les poids accumulés dans le plateau de balance jusqu'à la production de la rupture.

Shear Blister.	Acier coulé	19^{lt}	9$^{onc.}$
	Acier (*Shear*).	17	1
	Acier (*Blister*).	16	11
	Fer d'Angleterre	10	2
	Fer de Suède.	9	8
	Métal de canon dur.	5	0
	Fonte de cuivre jaune, fin . . .	4	11
	Cuivre	4	5
	Etain.	1	7
	Plomb	1	0

Remarques.

Ici, comme précédemment, la force du fer coulé verticalement prédomine. La force moyenne de torsion des fers coulés verticalement et horizontalement, comparée pour des barres d'un quart de pouce et d'un demi-pouce d'équarrissage, donne, dit M. Rennie, le rapport des cubes de ces dimensions (1).

Dans les fers coulés horizontalement, M. G. Rennie trouve que la force de torsion décroît à mesure qu'on éloigne la puissance de la résistance. Il trouve le contraire dans les fers coulés verticalement, et il en conclut qu'il n'y a pas de loi mathématique apparente à laquelle on puisse soumettre ces irrégularités.

Je suis persuadé que cette loi mathématique existe; mais ce qui rend sa découverte embarrassante par une voie expérimentale, c'est l'extrême difficulté d'obtenir des barres de fer qui aient exactement la même pesanteur spécifique (2) *et la même cristallisation.* Cela est si vrai que, dans les trois expériences des barres de $\frac{1}{4}$ de pouce, tordues en appliquant la puissance aussi près que possible de la résistance, la seconde expérience diffère plus des deux autres, que le résultat de la torsion d'une barre où les deux forces sont à un pouce de distance ne diffère de la force d'une barre où la puissance et la résistance sont à six pouces de distance.

---

(1) Les expériences de M. Rennie donnent un peu moins que ce rapport.

(2) Il est à regretter que M. G. Rennie n'ait pas donné ces pesanteurs.

Les barres employées étaient donc trop peu comparables pour qu'on pût espérer de trouver la loi des torsions avec une précision satisfaisante : néanmoins ces expériences sont très-utiles en ce qu'elles font apprécier les limites de la force des fers coulés dans les mêmes circonstances.

QUATRIÈME ET DERNIER OBJET. *Force transversale de barres de fer coulé de différentes dimensions, mais présentant pour section la même superficie : les bouts libres.*

	Poids des barres.		Distance des appuis.		Poids qui produit la rupture.
	liv.	onc.	pieds.	po.	liv.
Barre d'un pouce carré . . .	10	6	3	»	897
Id.	9	8	2	8	1086
Moitié de cette barre. . . .	. . . .		1	4	2380
Barre d'un pouce carré posée diagonalement.	2 (1)	8	2	8	851
Moitié de cette barre. . . .	. . . .		1	4	1587
Barre de 2 pouc. d'épaisseur sur $\frac{1}{2}$ de largeur.	9	5	2	8	2185
Moitié de cette barre. . . .	. . . .		1	4	4508
Barre de 3 pouc. d'épaisseur sur $\frac{1}{3}$ de largeur.	9	15	2	8	3588
Moitié de cette barre. . . .	. . . .		1	4	6854
Barre de 4 pouc. d'épaisseur sur $\frac{1}{4}$ pouc. de largeur . . .	9	7	2	8	3979
Triangles équilatéraux.					
Un angle en haut.	9	11	2	8	1437
Un angle en bas	9	7	2	8	840
Moitié de la première barre.	. . . .		1	4	3059
Moitié de la seconde	. . . .		1	4	1656
Barre de fer ayant la forme d'un ⊥, et ayant 2 pouc. de long, sur 2 de haut dans cette position	10	0	2	8	3105

(1) C'est sans doute une erreur : il faut probablement 9 liv. 8 onces.

Expériences analogues faites sur des barres de 4 pouces d'épaisseur, pour un quart de pouce de largeur.

	Poids des barres.	Distance des appuis.		Poids qui produit la rupture.
	liv.	pieds.	po.	liv.
Barre profilée en demi-ellipse.	7	2	8	4000
Id. en parabole, le sommet en bas.	. . .	2	8	3860
Id. 4 pouc. sur $\frac{1}{4}$ de pouce.	. . .	2	8	3979

Expériences sur la force transversale de barres, fixes d'un bout, le poids appliqué à l'autre bout, à 2 pieds 8 pouces du point d'appui.

Barre d'un pouce carré	280 liv.
2 pouces sur $\frac{1}{2}$	539
Une barre de fer, les deux bouts fixes . .	1173

Pour vérifier un paradoxe mathématique présenté par Emerson, dans sa *Mécanique*, M. G. Rennie a pris deux prismes équilatéraux de fer coulé et de même dimension, les bouts libres, les appuis distans de 2 pieds 8 pouces, et la charge au milieu. Le premier prisme entier posé sur une de ses arêtes, et la face opposée étant horizontale, a porté. . . . . 840 liv.

Le second, après qu'on eut retranché son arête inférieure, dans toute sa longueur et à une certaine épaisseur, mise dans la même position que le précédent, a porté. 1129

Il est à regretter que M. G. Rennie n'ait pas indiqué le volume de la partie retranchée du second prisme.

Remarques.

M. Banks trouve qu'une barre de fer coulé, les appuis étant à trois pieds de distance, porte. . . . . 864 liv.

M. G. Rennie trouve, pour des appuis éloignés de 2 pieds 8 pouces. 897

Différence (provenant en partie de la distance différente des appuis) 33

La force des barres suit à très-peu près la loi donnée par la théorie, du rapport composé des simples longueurs et du carré des épaisseurs. Cependant la barre, épaisse de 4 pouc. et large de $\frac{1}{4}$ de pouce, est déjà plus faible que ce rapport; et l'on conçoit qu'il est un degré d'aplatissement au-delà duquel le fer ne peut plus être employé avantageusement : il fléchirait transversalement avant de se rompre.

Les barres de fer placées dans une position diagonale ont été trouvées plus faibles que dans la position directe; ce qui est contraire aux idées généralement reçues à ce sujet.

La barre en L n'était pas si forte que celle de quatre pouces.

La barre demi-elliptique était plus forte que celle de quatre pouces de large, quoique formée de celle-ci par la suppression de deux angles.

La barre parabolique était à-peu-près aussi forte que la barre carrée dont on l'a tirée.

Telles sont les expériences de M. G. Rennie; elles font connaître des faits très-remarquables : l'auteur lui-même reconnaît que, dans un aussi vaste sujet, elles laissent encore beaucoup à desirer; il paraît disposé à

les continuer si elles sont reçues avec indulgence. Les savans et les artistes doivent encourager M. G. Rennie, et l'engager à compléter un genre de recherches sur lequel nous n'avons encore presque pas de données positives.

Nouvelles Observations *sur les Acides et les Oxides oxigénés.*

Par M. L.-J. Thenard.

Lu à l'Académie des Sciences le 14 septembre 1818.

J'ai annoncé, dans mes précédentes observations, que les acides hydrochlorique, nitrique, etc. étaient susceptibles de s'oxigéner plusieurs fois. Il était important de déterminer la quantité d'oxigène qu'ils pouvaient prendre; c'est ce que j'ai fait pour l'acide hydrochlorique, comme je vais le dire succinctement. J'ai pris de l'acide hydrochlorique liquide au point de concentration, où, en le combinant avec la baryte, il en résultait une dissolution qui par une légère évaporation laissait déposer des cristaux d'hydrochlorate. J'ai saturé cet acide de deutoxide de barium réduit en pâte molle par l'eau et la trituration; ensuite j'ai précipité la baryte de la liqueur par une quantité convenable d'acide sulfurique; puis j'ai repris l'acide hydrochlorique oxigéné; je l'ai traité par le deutoxide de barium et l'acide sulfurique pour l'oxigéner de nouveau, et je l'ai ainsi chargé d'oxigène jusqu'à quinze fois. Cette opération se fait

les cinq à six premières fois sans qu'il se dégage de gaz oxigène, surtout si l'on ne sature pas complètement l'acide hydrochlorique, et si l'on verse l'hydrochlorate dans l'acide sulfurique ; mais au-delà il est difficile de ne pas perdre un peu d'oxigène : la majeure partie de ce gaz toutefois reste unie à l'acide. J'ai obtenu ainsi un acide qui contenait trente-deux fois son volume d'oxigène à la température de 20° et sous la pression de $0^m,76$, et seulement quatre volumes et demi de gaz hydrochlorique, c'est-à-dire, que le volume de l'oxigène étant 7, celui de l'acide hydrochlorique n'était que de 1.

Quoique l'acide hydrochlorique oxigéné préparé par la méthode que je viens de décrire contienne une grande quantité d'oxigène, il n'en est point encore saturé; il peut en recevoir une nouvelle portion ; mais pour la lui faire absorber facilement, il faut employer un nouveau moyen. Ce moyen consiste à mettre l'acide hydrochlorique oxigéné en contact avec le sulfate d'argent ; à l'instant, il se forme du chlorure d'argent insoluble et de l'acide sulfurique oxigéné très-soluble. Lorsque celui-ci est séparé par le filtre, on y ajoute de l'acide hydrochlorique, mais en moindre quantité que n'en contient l'acide hydrochlorique oxigéné, dont on se sert d'abord ; alors, dans le mélange d'acide sulfurique oxigéné et d'acide hydrochlorique, on verse assez de baryte seulement pour précipiter l'acide sulfurique ; et tout-à-coup l'oxigène, abandonnant l'acide sulfurique pour s'unir à l'acide hydrochlorique, fait passer celui-ci au *summum* d'oxigénation. L'on voit donc que l'on peut transporter tout l'oxigène de l'un de ces deux acides à l'autre, et pour peu qu'on réfléchisse, l'on verra aussi que, pour

obtenir de l'acide sulfurique au *summum* d'oxigénation, il n'y aura qu'à verser de l'eau de baryte dans l'acide sulfurique oxigéné, de manière à précipiter seulement une partie de l'acide. Toutes ces opérations avec un peu d'habitude se font sans aucune espèce de difficulté.

En combinant les deux méthodes dont je viens de parler, j'ai pu obtenir de l'acide hydrochlorique oxigéné, qui contenait en volume tout près de seize fois autant d'oxigène que d'acide hydrochlorique réel. Il était si faible d'ailleurs que d'un volume d'acide, l'on ne retirait que 3$^{vol.}$,63 de gaz oxigène, sous la pression de 76 cent. et à la température de 18°.5 centigrades.

L'acide hydrochlorique oxigéné m'a présenté de nouveaux phénomènes dignes de remarque.

Récemment préparé, il ne s'en dégage pas de bulles lorsqu'il vient d'être filtré; mais bientôt après l'on en voit de très-petites partir du fond du vase et venir crever à la surface de la liqueur, dans le cas même où l'acide n'est oxigéné qu'une seule fois. Présumant que cette décomposition lente pouvait provenir de l'action de la lumière, j'ai rempli presqu'entièrement un petit flacon d'acide, et après en avoir assujetti le bouchon, j'ai renversé le vase et l'ai placé dans l'obscurité. Au bout de quelques heures, il a fait explosion; l'acide contenait plus de trente volumes d'oxigène : cependant ce même acide, mis sous le récipient de la machine pneumatique, ne laissait dégager qu'une très-petite quantité du gaz qui s'y trouvait renfermé.

J'avais cru jusqu'à présent que l'oxigène se dégageait tout entier de l'acide hydrochlorique au-dessous de la température de l'ébullition; le contraire m'est parfai-

tement démontré. Ayant fait bouillir de l'acide hydrochlorique oxigéné pendant une demi-heure, j'y ai encore retrouvé de l'oxigène.

C'est par l'oxide d'argent que l'on peut démontrer la présence de l'oxigène dans l'acide hydrochlorique oxigéné qui a été soumis à l'ébullition : à peine le contact a-t-il lieu, que l'oxigène se dégage tout-à-coup. Cet oxide nous offre ainsi le moyen de déterminer facilement la quantité de gaz oxigène contenu dans l'acide hydrochlorique oxigéné ; l'analyse n'exige même que quelques minutes : l'on prend un tube de verre gradué ; on le remplit presque entièrement de mercure ; on y verse ensuite un volume déterminé d'acide, puis on achève de remplir le tube avec du mercure, et on le renverse sur le bain ; enfin, on y fait passer un excès d'oxide d'argent en suspension dans l'eau, et tout-à-coup on lit le volume de l'oxigène contenu dans l'acide. On apprécie d'ailleurs la quantité de chlore, et, par suite, la quantité d'acide hydrochlorique, en décomposant une partie de l'acide même par le nitrate d'argent (1).

Le dégagement d'oxigène de l'acide hydrochlorique oxigéné est si rapide qu'il y aurait du danger à opérer sur un acide faible qui contiendrait vingt-six à trente volumes d'oxigène. Le tube échapperait probablement des mains de celui qui ferait l'opération, ou bien même se briserait ; aussi rien n'égale la violence de l'effervescence qu'on produit lorsqu'on plonge et qu'on agite

(1) Comme j'ai reconnu depuis peu que, dans cette expérience, il y a une portion de l'oxigène de l'oxide d'argent qui se dégage, il faut tenir compte de cette quantité d'oxigène dégagé, pour que l'analyse soit exacte. (*Voyez*, à cet égard, les nouvelles observations qui se trouvent à la fin de ce Cahier.)

l'extrémité d'un tube chargé d'oxide d'argent dans quelques grammes de l'acide dont nous venons de parler : comme cet acide se trouve de suite détruit, l'oxigène est rendu à son état de liberté, et s'élance avec force en projetant le liquide au loin.

Versé sur du sulfate, ou du nitrate, ou du fluate d'argent, l'acide hydrochlorique le plus oxigéné possible ne produit aucune effervescence. Tout son oxigène s'unit à l'acide du sel, tandis que l'acide hydrochlorique forme avec l'oxide d'argent de l'eau et un chlorure.

J'ai déjà fait plusieurs tentatives pour savoir si les acides oxigénés pouvaient prendre d'autant plus d'oxigène qu'ils renfermaient plus d'acide réel, ou si l'eau, par sa quantité, n'avait pas une influence sur la plus ou moins grande oxigénation de l'acide. Mes essais ne m'ont pas encore permis de résoudre complètement cette question.

J'ai également tenté sans succès bien marqué jusqu'à présent d'oxigéner la magnésie et l'alumine ; mais je suis parvenu à suroxigéner plusieurs autres oxides, savoir : celui de zinc, celui de cuivre et celui de nickel ; on ne réussirait pas, ou du moins on ne réussirait que très-imparfaitement, si on se contentait d'ajouter de l'acide oxigéné aux dissolutions salines de ces trois métaux, et si l'on précipitait la liqueur par la potasse.

Il faut dissoudre les oxides de ces métaux dans de l'acide hydrochlorique oxigéné trois à quatre fois, et décomposer l'hydrochlorate oxigéné par de la potasse ou de la soude, en ayant soin de n'en mettre qu'un petit excès. Il y a même une précaution de plus à prendre pour la préparation du sur-oxide de cuivre ; c'est de mettre le

deutoxide de cuivre dans l'acide hydrochlorique oxigéné par portion, de manière que l'acide hydrochlorique oxigéné soit en excès : si l'oxide était prédominant, la majeure partie de l'oxigène se dégagerait. Dans tous les cas, l'oxide se précipite en masse gélatineuse ou à l'état d'hydrate. Celui de zinc est jaunâtre, celui de cuivre d'un vert olive, et celui de nickel d'un vert pomme sale peu foncé. Les deux premiers laissent dégager une portion de leur oxigène à la température ordinaire : lorsqu'on les fait bouillir avec l'eau, le dégagement est bien plus abondant; toutefois ils n'abandonnent pas, surtout celui de zinc, tout l'oxigène qu'ils ont absorbé; car, lorsqu'on les dissout ensuite dans l'acide hydrochlorique et qu'on chauffe la liqueur, on obtient une nouvelle quantité de gaz. L'oxide de nickel se décompose aussi à la température de l'ébullition, et même sa décomposition commence au-dessous. Traité par l'acide hydrochlorique, il se dissout comme les oxides de zinc et de cuivre, et se désoxigène par la chaleur sans qu'il se manifeste de chlore. Ajoutons encore que ces différens hydrates oxigénés reprennent sensiblement les couleurs qui caractérisent les oxides ordinaires après les avoir fait bouillir dans l'eau; ainsi, l'hydrate de zinc passe du jaune au blanc, celui de cuivre du vert olive au brun foncé. M. Rothoff, chimiste suédois, avait déjà annoncé que le deutoxide de nickel se décomposait par la dessiccation.

Ces nouveaux hydrates ressemblent, comme on le voit, à ceux de baryte, de strontiane et de chaux, et forment une classe analogue à celle des acides oxigénés; probablement que j'en découvrirai plusieurs autres.

LETTRE *de M.* Fresnel *à M.* Arago, *sur l'influence du mouvement terrestre dans quelques phénomènes d'optique.*

« MON CHER AMI,

» Par vos belles expériences sur la lumière des étoiles, vous avez démontré que le mouvement du globe terrestre n'a aucune influence sensible sur la réfraction des rayons qui émanent de ces astres. On ne peut expliquer ce résultat remarquable, dans le système de l'émission, comme vous l'avez fait observer, qu'en supposant que les corps lumineux impriment aux molécules de lumière une infinité de vitesses différentes, et que ces molécules n'affectent l'organe de la vue qu'avec une seule de ces vitesses, ou du moins entre des limites très-rapprochées, et telles qu'un dix-millième en plus ou en moins est plus que suffisant pour empêcher la sensation. La nécessité de cette hypothèse n'est pas une des moindres difficultés du système de l'émission; car à quoi tient la vision? Au choc des molécules lumineuses contre le nerf optique? Mais ce choc ne deviendrait pas insensible par une augmentation de vitesse. A la manière dont elles se réfractent dans la prunelle? Mais des molécules rouges, par exemple, dont la vitesse aurait été diminuée même d'un cinquantième, se réfracteraient encore moins que les rayons violets et ne sortiraient pas du spectre, qui présente les limites de la vision.

» Vous m'avez engagé à examiner si le résultat de ces observations pourrait se concilier plus aisément avec le système qui fait consister la lumière dans les vibrations d'un fluide universel. Il est d'autant plus nécessaire d'en

donner l'explication dans cette théorie, qu'elle doit s'appliquer également aux objets terrestres ; car la vitesse avec laquelle se propagent les ondes est indépendante du mouvement du corps dont elles émanent.

» Si l'on admettait que notre globe imprime son mouvement à l'éther dont il est enveloppé, on concevrait aisément pourquoi le même prisme réfracte toujours la lumière de la même manière, quelle que soit le côté d'où elle arrive. Mais il paraît impossible d'expliquer l'aberration des étoiles dans cette hypothèse : je n'ai pu jusqu'à présent du moins concevoir nettement ce phénomène qu'en supposant que l'éther passe librement au travers du globe, et que la vitesse communiquée à ce fluide subtil n'est qu'une petite partie de celle de la terre ; n'en excède pas le centième, par exemple.

» Quelque extraordinaire que paraisse cette hypothèse au premier abord, elle n'est point en contradiction, ce me semble, avec l'idée que les plus grands physiciens se sont faite de l'extrême porosité des corps. On peut demander, à la vérité, comment un corps opaque très-mince interceptant la lumière, il arrive qu'il s'établisse un courant d'éther au travers de notre globe. Sans prétendre répondre complètement à l'objection, je ferai remarquer cependant que ces deux sortes de mouvemens sont d'une nature trop différente pour qu'on puisse appliquer à l'un ce qu'on observe relativement à l'autre. Le mouvement lumineux n'est point un courant, mais une vibration de l'éther. L'on conçoit que les petites ondes élémentaires dans lesquelles la lumière se divise en traversant les corps peuvent, dans certains cas, se trouver en discordance lorsqu'elles se réunissent, en raison de la diffé-

rence des chemins parcourus ou des retards inégaux qu'elles ont éprouvés dans leur marche ; ce qui empêche la propagation des vibrations, ou les dénature de façon à leur ôter la propriété d'éclairer, ainsi que cela a lieu d'une manière bien frappante dans les corps noirs ; tandis que les mêmes circonstances n'empêcheraient pas l'établissement d'un courant d'éther. L'on augmente la transparence de l'hydrophane en la mouillant, et il est évident que l'interposition de l'eau entre les particules, qui favorise la propagation des vibrations lumineuses, doit au contraire être un petit obstacle de plus à l'établissement d'un courant d'éther ; ce qui démontre bien la grande différence qui existe entre ces deux espèces de mouvemens.

» L'opacité de la terre n'est donc pas une raison suffisante pour nier l'existence d'un courant d'éther entre ses molécules, et l'on peut la supposer assez poreuse pour qu'elle ne communique à ce fluide qu'une très-petite partie de son mouvement.

» A l'aide de cette hypothèse, le phénomène de l'aberration est aussi facile à concevoir dans la théorie des ondulations que dans celle de l'émission ; car il résulte du déplacement de la lunette pendant que la lumière la parcourt : or, d'après cette hypothèse, les ondes lumineuses ne participant point sensiblement au mouvement de la lunette, que je suppose dirigée sur le lieu vrai de l'étoile, l'image de cet astre se trouve en arrière du fil placé au foyer de l'oculaire d'une quantité égale à celle que parcourt la terre pendant que la lumière parcourt la lunette.

» Il s'agit d'expliquer maintenant, dans la même hy-

pothèse, comment la réfraction apparente ne varie pas avec la direction des rayons lumineux par rapport au mouvement terrestre.

» Soit EFG, *fig.* 3, un prisme dont le côté EF est supposé perpendiculaire à-la-fois à l'écliptique et aux rayons incidens, qui se trouvent ainsi dans la direction du mouvement terrestre : s'il peut influer sur leur réfraction, c'est le cas où cette influence doit être le plus sensible. Je suppose qu'ils se meuvent dans le même sens que le prisme.

» Les rayons, étant perpendiculaires à la surface d'entrée, n'éprouvent aucune réfraction de ce côté du prisme, et l'on n'a à considérer que l'effet produit par la seconde surface. Soient LD et LB deux de ces rayons qui rencontrent la surface de sortie aux points D et B. Soit BC la direction que prend le rayon LB en sortant du prisme, dans le cas où ce prisme est immobile. Si du point D on abaisse une perpendiculaire sur le rayon émergent, et que par le point B, on mène BA perpendiculairement aux rayons incidens; la lumière doit parcourir AD dans le même instant que BC : telle est la loi qui détermine la direction de l'onde réfractée DC. Mais le prisme étant entraîné par le mouvement terrestre, pendant que la lumière parcourt l'intervalle AD, le point D se déplace; ce qui, augmentant la différence des chemins parcourus dans le verre par les deux rayons LD et LB, doit changer l'angle de réfraction. FG représentant la position de la surface d'émergence, lorsque l'onde incidente est arrivée en AB, soit D' le point où le rayon AD atteint cette surface et sort du prisme. Soit BC' la nouvelle direction des rayons réfractés. La

perpendiculaire $D'C'$ sera celle de l'onde émergente, qui devra satisfaire à la condition générale que AD' soit parcouru par la lumière dans le même temps que BC'. Mais pour déterminer les rapports de longueur de ces deux intervalles, il faut calculer la variation que le mouvement du prisme apporte dans la vitesse des ondes lumineuses qui le parcourent.

» Si ce prisme entraînait avec lui tout l'éther qu'il contient, la totalité du milieu qui sert de véhicule aux ondes partageant ainsi le mouvement terrestre, la vitesse des ondes lumineuses serait celle qu'elles devraient avoir dans le milieu supposé immobile, augmentée de la vitesse de la terre. Mais le cas dont il s'agit est plus compliqué; ce n'est qu'une partie de ce milieu qui est entraînée par notre globe, celle qui constitue l'excès de sa densité sur l'éther environnant. L'analogie indique que lorsqu'une partie seulement du milieu se déplace, la vitesse de propagation des ondes ne doit être augmentée que de la vitesse du centre de gravité du système.

» Ce principe est évident pour le cas où la partie en mouvement est la moitié du milieu; car, en rapportant le mouvement du système à son centre de gravité, considéré un instant comme fixe, ses deux moitiés s'en éloignent l'une et l'autre avec une égale vitesse et dans des sens opposés; il en résulte que les ondes doivent être autant retardées dans un sens, qu'accélérées dans l'autre, et qu'elles n'ont que la vitesse ordinaire de propagation par rapport au centre de gravité, ou, ce qui revient au même, qu'elles partagent son mouvement. Si la partie mobile était le quart, le huitième, le seizième, etc. du milieu, on démontrerait aussi facilement que la vitesse à

ajouter à celle de propagation des ondes est le quart, le huitième, le seizième, etc. de celle de la partie mobile, ou la vitesse même du centre de gravité, et il est clair que le théorême étant vrai pour tous ces cas particuliers, doit l'être en général.

» Cela posé, le milieu prismatique étant en équilibre de tension avec l'éther environnant (je suppose, pour plus de simplicité, que l'expérience est faite dans le vide), on peut considérer le retard de la lumière dans le prisme lorsqu'il est immobile, comme résultant uniquement d'une plus grande densité; ce qui donne le moyen de déterminer le rapport de densité des deux milieux; car on sait qu'il doit être inverse de celui des carrés des vitesses de propagation des ondes. Soient d et d' les longueurs d'ondulation de la lumière dans l'éther environnant et dans le prisme, Δ et Δ' les densités de ces deux milieux; on a donc la proportion : $d^2 : d'^2 :: \Delta' : \Delta$; d'où $\Delta' = \Delta . \frac{d^2}{d'^2}$, et par conséquent $\Delta' - \Delta = \Delta \left(\frac{d^2 - d'^2}{d'^2}\right)$. Telle est la densité de la partie mobile du milieu prismatique. Si l'on représente par t l'espace que parcourt la terre pendant la durée d'une oscillation lumineuse, le déplacement du centre de gravité de ce milieu pendant le même intervalle de temps, que je prends pour unité, ou la vitesse de ce centre de gravité sera : $t . \left(\frac{d^2 - d'^2}{d^2}\right)$. Par conséquent, la longueur d'ondulation d'' dans le prisme emporté par la terre sera égale à $d' + t \left(\frac{d^2 - d'^2}{d^2}\right)$.

» En calculant, à l'aide de cette expression, l'espace AD' (*fig.* 3) parcouru par le rayon AD avant sa sortie

du prisme, on peut aisément déterminer la direction du rayon réfracté BC'. Si on la compare à celle du même rayon BC, dans le cas où le prisme est immobile, on trouve pour le sinus de l'angle CBC', en négligeant, à cause de la petitesse de t, tous les termes multipliés par son carré et les puissances supérieures, l'expression :

$$\frac{t}{d'} \sin. i \cos. i - \frac{t}{d d'} . \sin. i \sqrt{d'^2 - d^2 \sin.^2 i},$$

dans laquelle i représente l'angle d'incidence ABD.

» Je suppose que, par un point H quelconque du rayon BC, on mène une ligne HH' parallèle à l'écliptique, et égale à l'espace parcouru par la terre pendant le temps employé par la lumière pour aller de B en H'; l'axe optique de la lunette avec laquelle on observe le point de mire étant dirigé suivant BH, la lumière doit suivre la direction BH' pour arriver en H' en même temps que le fil de la lunette entraînée dans le mouvement terrestre : or, la ligne BH' coïncide précisément avec la direction BC' du rayon réfracté par le prisme emporté dans le même mouvement; car on trouve aussi, pour la valeur de sin. HBH', l'expression :

$$\frac{t}{d'} \sin. i \cos. i - \frac{t}{d d'} . \sin. i \sqrt{d'^2 - d^2 \sin. i}.$$

» Ainsi, l'on doit placer la lunette dans la même direction que si le prisme était immobile; d'où il résulte que le mouvement de notre globe ne doit avoir aucune influence sensible sur la réfraction apparente, lors même qu'on suppose qu'il ne communique à l'éther qu'une très-petite partie de sa vitesse. On peut s'assurer, par un calcul très-simple, qu'il doit en être de même de la

réflexion. Ainsi, cette hypothèse, qui donne une explication satisfaisante de l'aberration, ne conduit à aucune conséquence contraire aux faits observés.

» Je terminerai cette lettre par une application de la même théorie à l'expérience proposée par Boscovich, consistant à observer le phénomène de l'aberration avec des lunettes remplies d'eau, ou d'un autre fluide beaucoup plus réfringent que l'air, pour s'assurer si la direction dans laquelle on aperçoit une étoile peut varier en raison du changement que le liquide apporte dans la marche de la lumière. Je remarquerai d'abord qu'il est inutile de compliquer de l'aberration le résultat que l'on cherche, et qu'on peut aussi bien le déterminer en visant un objet terrestre qu'une étoile. Voici, ce me semble, la manière la plus simple et la plus commode de faire l'expérience.

» Ayant fixé à la lunette même, ou plutôt au microscope *FBDE* (*fig.* 4), le point de mire *M*, situé dans le prolongement de son axe optique *CA*, on dirigerait ce système perpendiculairement à l'écliptique, et, après avoir fait l'observation dans un sens, on le retournerait bout pour bout, et l'on ferait l'observation en sens contraire. Si le mouvement terrestre déplaçait l'image du point *M* par rapport au fil de l'oculaire, on la verrait, de cette manière, tantôt à droite et tantôt à gauche du fil.

» Dans le système de l'émission, il est clair, comme Wilson l'a déjà remarqué, que le mouvement terrestre ne doit rien changer aux apparences du phénomène. En effet, il résulte de ce mouvement que le rayon partant de *M* doit prendre pour passer par le centre de l'ob-

jectif, une direction MA' telle que l'espace AA' soit parcouru par le globe dans le même intervalle de temps que la lumière emploie à parcourir MA', ou MA (à cause de la petitesse de la vitesse de la terre relativement à celle de la lumière). Représentant par v la vitesse de la lumière dans l'air, et par t celle de la terre, on a donc : $MA : AA' :: v : t$, ou $\frac{AA'}{AM} = \frac{t}{v}$; c'est le sinus d'incidence. v' étant la vitesse de la lumière dans le milieu plus dense que contient la lunette, le sinus de l'angle de réfraction $CA'G$ sera égal à $\frac{t}{v'}$; on aura donc $C'G = A'C' \frac{t}{v'}$; d'où l'on tire la proportion : $C'G : A'C' :: t : v'$. Par conséquent, le fil C' de l'oculaire placé dans l'axe optique de la lunette arrivera en G en même temps que le rayon lumineux qui a passé par le centre de l'objectif.

» La théorie des ondulations conduit au même résultat. Je suppose, pour plus de simplicité, que le microscope est dans le vide. d et d' étant les vitesses de la lumière dans le vide et dans le milieu que contient la lunette, on trouve, pour le sinus de l'angle d'incidence AMA', $\frac{t}{d}$, et pour celui de l'angle de réfraction $C'A'G$, $\frac{td'}{d^2}$. Ainsi, indépendamment du déplacement des ondes dans le sens du mouvement terrestre, $C'G = A'C' . \frac{td'}{d^2}$. Mais la vitesse avec laquelle ces ondes sont entraînées par la partie mobile du milieu dans lequel elles se propagent est égale à $t . \left(\frac{d^2 - d'^2}{d^2}\right)$; donc leur déplacement total Gg,

pendant le temps qu'elles emploient à traverser la lunette, est égal à :

$$\frac{A'C'.t}{d'}\left(\frac{d^2-d'^2}{d^2}\right);$$

ainsi :

$$C'g=A'C'.t\left(\frac{d'}{d^2}+\frac{d^2-d'^2}{d'd^2}\right)=A'C'.t\left(\frac{d^2}{d'd^2}\right)=A'C'.\frac{t}{d'}.$$

On a donc la proportion : $C'g : A'C' :: t : d'$; par conséquent l'image du point M arrivera en g, en même temps que le fil du micromètre. Ainsi, les apparences du phénomène doivent toujours rester les mêmes, quel que soit le sens dans lequel on tourne cet instrument. Quoique cette expérience n'ait point encore été faite, je ne doute pas qu'elle ne confirmât cette conséquence, que l'on déduit également du système de l'émission et de celui des ondulations. »

Sur *un Phénomène de météorologie relatif à la direction dans laquelle se propagent quelquefois les ouragans.*

On trouve dans le premier volume des *Transactions de la Société philosophique de New-York*, qui nous est parvenu depuis peu, une description circonstanciée de l'affreuse tempête qu'on éprouva en décembre 1811, dans les Etats-Unis d'Amérique. L'auteur de cet écrit, M. Mitchill, y rapporte en détail des renseignemens communiqués par les capitaines de plusieurs bâtimens qui furent jetés à la côte dans divers points situés entre le cap Hatteras et la baie de Massachusetts, et par plu-

sieurs autres observateurs. En partant de ces renseignemens, nous avons formé la table suivante dans laquelle l'heure où l'ouragan a commencé à se faire sentir dans chaque ville est placée en regard de la latitude correspondante. On voit ainsi, d'un coup-d'œil, que c'est au cap Hatteras, ou dans le point le plus méridional, que l'ouragan a commencé, et qu'en partant de là, il s'est avancé graduellement, du SUD AU NORD, jusqu'à Boston, où il n'est parvenu que huit heures plus tard. Qui ne serait porté, d'après cela, à supposer que le vent devait souffler du *sud au nord ?* Or, c'est précisément *le contraire* qui avait lieu.

Par-tout la tempête se manifesta subitement et par d'épouvantables bouffées *de vent du nord*, accompagnées, quelque temps après, d'une abondante quantité de neige. *Le vent avait donc commencé dans un lieu vers lequel il soufflait.*

Il est facile de voir sur la table que l'ouragan s'avançait *du sud au nord* avec une vitesse d'environ vingt lieues par heure. A Norfolk, le thermomètre baissa de près de 17° centigrades dans la seule nuit du 23 au 24 décembre. Des troupeaux et plusieurs individus surpris en rase campagne dans le voisinage de Boston, par ce froid intense et subit, périrent gelés. Jamais, peut-être, on ne compta autant de naufrages sur la côte des Etats-Unis, et en particulier sur celle de *Long-Island*, en face de New-York.

NOMS DES LIEUX.	LATITUDES.	HEURES DU PHÉNOMÈNE.
Dix milles au nord du cap Hatteras..	35° $\frac{1}{4}$.....	Le 23 décembre, à 8 heures de l'après-midi.
Washington.....	38°.55'. N.	Le 23, à 10 heures du soir.
New-York.....	40°.40'. N.	Le 23, à minuit.
Lyme.....	.....	Le 24, à 2 heures du matin.
Boston.....	42°.22'. N.	Le 24, à 4 heures du matin.

Voici les heures où la neige a commencé à tomber.

A Plandome.....	41°.....	Le 24 décembre, à 1 heure du matin.
A New-London...	.....	Le 24, à 2 heures du matin.
A Boston.....	42°.22'. N.	Le 24, à 4 heures du matin.

Déjà en février 1802, le même M. Mitchill avait rassemblé les observations d'un ouragan du *nord-est* qui se propagea, comme le précédent, du *sud au nord.* On l'éprouva à :

Charlestown, latitude 34°.$\frac{3}{4}$ N., le 21 février, à 2 heures après midi.
Washington, latitude 38°.55'. N., à 5 heures;
New-York, latitude 40°.40'. N., à 10 heures;
Albany, latitude 44°. N., au point du jour.

Une observation du même genre, faite aussi sur la côte des Etats-Unis d'Amérique, est consignée dans l'ouvrage de Franklin, intitulé : *Letters and Papers on Philosophical subjects,* 36me lettre. Franklin rapporte qu'ayant

voulu observer une éclipse de lune à Philadelphie, il en fut empêché par un ouragan du *nord-est* qui se manifesta sur les sept heures du soir, et amena, comme d'ordinaire, des nuages épais qui couvrirent tout le ciel. Il fut surpris, quelques jours après, d'apprendre qu'à Boston, situé environ 400 milles au *nord-est* de Philadelphie, la tempête n'avait commencé qu'à onze heures du soir, long-temps après l'observation des premières phases de l'éclipse. En comparant ensemble les rapports recueillis dans diverses colonies, Franklin trouva constamment que cette tempête du *nord-est* avait eu lieu d'autant plus tard, que la station était plus *septentrionale*. « D'après » cela, ajoute-t-il, je me formai, sur la cause des ouragans, une idée que j'expliquerai par un ou deux » exemples familiers.

» Supposez qu'un long canal rempli d'eau soit fermé » à son extrémité, par une vanne. L'eau y restera en » repos tant que le tube sera fermé; mais elle commencera à se mouvoir si la vanne est enlevée; l'eau en » contact avec la vanne se déplacera la première; l'eau » contiguë viendra après, et ainsi de suite, graduellement, jusqu'à l'autre extrémité du tuyau où le mouvement se fera sentir le plus tard. Dans ce cas, toute » l'eau marche réellement *vers* l'ouverture que la vanne » fermait; mais les ébranlemens qui correspondent au » déplacement initial du fluide, dans diverses parties » du canal, se propagent en sens contraire, c'est-à-dire, » en remontant de la vanne vers l'embouchure.

» Supposons, si l'on veut, que l'air soit en repos dans » une chambre; aucun courant ne se formera s'il n'y a » point de feu dans la cheminée; mais aussitôt que l'air

» de la cheminée raréfié par le feu s'élèvera, l'air voisin
» viendra remplir sa place et marchera vers le foyer : ce
» même mouvement se communiquera ensuite de proche
» en proche, et en sens contraire de sa direction, jus-
» qu'aux couches contiguës à la porte. Ainsi, pour qu'il
» se forme en Amérique un ouragan du nord-est, il suffit
» qu'une forte raréfaction ait eu lieu dans le golfe du
» Mexique, ou près de ce golfe; l'air qui s'élève est rem-
» placé par l'air contigu, plus boréal, plus froid et plus
» dense; à celui-ci succède un nouvel air, plus boréal
» encore : ce qui détermine un courant auquel les mon-
» tagnes de l'intérieur des Etats-Unis doivent donner
» une direction nord-est. »

Il resterait à rechercher si les exemples que nous avons rapportés sont des exceptions à la manière dont le vent se propage ordinairement, ou si, comme quelques personnes le pensent, ces exemples font connaître, au contraire, la direction la plus habituelle de cette propagation. Quoi qu'il en soit, pour qu'on ne suppose pas que le phénomène qui fait l'objet de cet article est particulier au vent du nord-est et à la côte des Etats-Unis, nous terminerons par la remarque suivante qui est due à Wargentin.

Quand, dans le nord de l'Europe, le vent passe à l'*ouest*, il se fait sentir à Moscou plutôt qu'à Abo, quoique cette dernière ville soit de 15° plus *occidentale* que Moscou; et il ne parvient en Suède qu'après avoir préalablement soufflé en Finlande.

MÉMOIRE

Sur la Brèche siliceuse *du Mont-Dore.*

PAR M. CORDIER,
Inspecteur divisionnaire au Corps royal des Mines.

ON trouve au milieu des plus anciens terrains volcaniques de l'Auvergne, au pied du Puy-de-Sancy, près des sources de la Dordogne, une roche anomale fort remarquable, à laquelle on a donné le nom de *brèche siliceuse du Mont-Dore.* Cette roche n'a point encore été observée en place; elle se présente en blocs et en cailloux roulés dans le lit de la Dore, immédiatement au-dessous des cascades que ce torrent forme dans presque toute l'étendue du profond ravin de la Craie. A mesure qu'on s'éloigne des cascades et qu'on descend la Dordogne, ces cailloux et ces blocs diminuent en nombre et en volume; on n'en rencontre presque plus au-dessous du village des Bains.

La substance silicée qui sert de base à la brèche compose presque toujours une portion notable des masses. Elle se présente sous forme de pâte d'un grain excessivement fin et parfaitement compacte, d'un blanc grisâtre ou grise, opaque ou très-faiblement translucide sur les angles, dure tantôt au point d'étinceler par le choc du briquet, et tantôt seulement comme la pierre calcaire, difficile à casser, et offrant une cassure inégale passant à la conchoïde : la surface de cette cassure est sans éclat, tout-à-fait mate, et annonce que la substance est le ré-

sultat d'une aggrégation confuse. L'épreuve de la pesanteur spécifique m'a donné ponr résultat 2,7706. Les autres caractères extérieurs semblent indiquer une pâte siliceuse très-homogène.

Au milieu de cette base sont disséminés en plus ou moins grande abondance et d'une manière irrégulière des grains ou fragmens de forme indéterminée, dont la grosseur varie communément de 5 à 15 millimètres, et atteint rarement celle d'un demi-décimètre. Ces grains ou fragmens offrent absolument les mêmes caractères que la pâte enveloppante; leur couleur est seulement plus blanche : l'essai de leur pesanteur spécifique m'a donné pour résultat 2,630. Les uns sont pleins (et ce sont ceux-là qu'on a pesés), les autres poreux et comme cariés; dans ce dernier cas, la roche ne ressemble pas mal au silex meulier. Les cavités sont tantôt irrégulières, tantôt et plus rarement de figure en partie symétrique, et contenant le squelette siliceux de cristaux de feld-spath décomposé. Les unes et les autres offrent quelquefois une particularité remarquable, celle de renfermer des globules de soufre à cassure brillante, et dont le volume peut aller jusqu'à 5 millimètres.

Depuis environ vingt ans que la brèche siliceuse dont il s'agit est connue, les minéralogistes ont presque exclusivement recherché les échantillons de la variété sulfureuse. La présence du soufre, qu'on ne rencontre nulle part ailleurs dans les volcans éteints ou démantelés de l'intérieur de la France, a paru un caractère de volcanicité précieux à constater. On s'est naturellement arrêté à la considération de ce caractère, sans faire beaucoup d'attention à la roche elle-même; on a supposé

qu'elle avait été originairement examinée avec attention et définie avec exactitude.

Partageant moi-même ce préjugé et présumant seulement que la substance siliceuse qui forme les différentes parties de la brèche pouvaient être à l'état d'hydrate, j'ai cru devoir l'essayer dans cette vue.

J'ai choisi avec soin des fragmens de la pâte qui ne contenaient point de soufre, et ils ont été réduits en poudre impalpable. 5 grammes de cette poudre ont été fortement chauffés pendant deux heures dans un creuset de platine, et on a reconnu qu'elle avait perdu près du tiers de son poids. Cette perte excédant celle qu'on devait attendre d'un hydrate de silice, on a recommencé l'opération pour la suivre en détail; ce qui n'avait pas eu lieu d'abord : on a observé qu'il se dégageait d'abondantes vapeurs d'acide sulfureux pendant le grillage. La perte a été de 30,2 sur 100.

Présumant alors que la substance siliceuse était intimement mêlée de particules sulfureuses imperceptibles, j'en ai fondu une petite quantité avec quatre fois son poids de potasse caustique. Le résultat de la fusion a été immédiatement délayé dans l'eau pure; on a filtré ensuite une petite portion de cette lessive pour l'essayer par le nitrate de plomb ; on a obtenu un précipité blanc qui n'a point changé de couleur; d'où on a dû conclure que la substance ne renfermait point de soufre pur. On a alors traité la lessive alcaline par les procédés connus, pour rechercher les différens principes qu'elle pouvait contenir, et après avoir constaté l'absence de la chaux et de la magnésie, on a procédé à une analyse complète ainsi qu'il suit :

5 grammes de la pâte siliceuse, préalablement réduite en poudre impalpable, ont été fondus avec deux fois leur poids de potasse caustique. La masse, délayée dans l'eau et sur-saturée d'acide hydrochlorique, a été évaporée à siccité. En délayant de nouveau dans l'eau et en filtrant, on a obtenu un résidu de silice pure, pesant $1^{g},42$, après avoir été rougi fortement; ce qui répond à 28,4 pour 100.

La dissolution hydrochlorique a été partagée en deux portions égales qu'on a concentrées par l'évaporation.

On a versé de l'hydrochlorate de baryte dans la première portion; il s'est formé un précipité de sulfate de baryte qui, après avoir été rougi, pesait $1^{g},96$. En supposant, d'après les tables de M. Thenard, que l'acide constitue les 0,3448 du sulfate, la quantité précédente équivaut à $67^{centig.},58$ d'acide sulfurique, ou 27,03 pour 100.

On a saturé la seconde portion de la liqueur avec l'ammoniaque. Il s'est formé un précipité blanc qui sur le filtre a pris une légère teinte brune. On a fait bouillir ce précipité dans une solution de potasse caustique, et il s'est presque entièrement dissous. Le résidu, après avoir été fortement chauffé avec un peu d'huile, se composait de fer protoxidé, légèrement attirable, et pesait $3^{centig.},6$; ce qui fait 1,44 pour 100.

On a rapproché la liqueur alcaline précédente, puis saturé avec de l'acide hydrochlorique et précipité par le carbonate d'ammoniaque; on a obtenu un précipité blanc composé d'alumine, et pesant, après avoir été rougi, $79^{centig.},5$; ce qui correspond à 31,8 pour 100.

Les principes élémentaires ci-dessus trouvés ne for-

mant que 88 parties 67 centièmes de la substance analysée, j'ai cherché si la perte n'était pas due à de la potasse et à de l'eau de composition, ainsi que cela était indiqué par les résultats déjà obtenus.

5 grammes de la même substance pulvérisée ont été mêlés et fondus avec le double de leur poids de nitrate de baryte; la masse a été traitée par l'acide sulfurique, après avoir été broyée et délayée. On a évaporé à siccité, puis on a fait bouillir le résidu dans l'eau; on a ensuite neutralisé la liqueur avec de l'ammoniaque, puis filtré. La liqueur a été de nouveau évaporée à siccité; il s'est formé un résidu salin qui, après avoir été rougi, pesait 33$^{cent.}$,4, et se composait de sulfate de potasse. Ce sulfate contenant, d'après les tables de M. Thenard, 0,5454 d'alcali pur, la quantité précédente correspond à 19$^{cent.}$,31 de potasse; Mais M. Vauquelin admet qu'on n'obtient guère plus des $\frac{2}{3}$ de l'alcali par le procédé ci-dessus; d'où il suit qu'il faut porter la quantité précédente à 28$^{cent.}$,96. Ainsi, la quantité de potasse obtenue est de 5,79 pour 100.

Enfin, 5 grammes de poudre impalpable de la pâte siliceuse ont été exposés pendant une heure à une chaleur douce; on a ensuite augmenté le feu jusqu'au point où il se serait dégagé de l'acide sulfureux. Le résidu pesé n'avait perdu que 18$^{cent.}$,6; ce qui fait 3,72 pour 100 d'humidité. Il est à observer que cette manière d'évaluer l'eau de composition pourrait bien n'être pas d'une parfaite exactitude; il reste peut-être un peu d'eau qui ne saurait être vaporisée qu'avec l'acide.

Quoi qu'il en soit, il résulte des expériences précé-

dentes que la pâte siliceuse de la brèche du Mont-Dore contient, sur 100 parties :

Silice,	28,40;
Acide sulfurique,	27,03;
Alumine,	31,80;
Potasse,	5,79;
Fer protoxidé,	1,44;
Eau,	3,72;
Perte,	1,82.
	100.

Je me suis aisément convaincu que les grains et les fragmens inclus dans la brèche étaient absolument de même nature que la pâte, et qu'en général ils contenaient moins de fer.

Ainsi, la brèche du Mont-Dore offre une composition tout-à-fait analogue à celle de la pierre alumineuse de la Tolfa, si connue par une existence qu'on a regardée pendant long-temps comme exclusive, par les produits qu'on en extrait depuis trois siècles, et par les recherches que les chimistes les plus habiles, à commencer par Monnet et Bergman, ont faites pour déterminer ses principes constituans (1).

---

(1) Analyses du minerai de la Tolfa :

	Par M. Vauquelin.	Par Klaproth.
Silice,	24	56,5;
Acide sulfurique,	25	16,5;
Alumine,	43,92	19;
Potasse,	3,08	4;
Eau,	4	3;
Perte,		1.
	100.	100.

Cette analogie reconnue, il convenait de vérifier si la roche soumise à des essais imités du procédé qu'on suit à la Tolfa était susceptible de donner de l'alun. On n'en pouvait guère douter; mais, à cet effet, on en a réduit en poudre grossière plusieurs échantillons pris au hasard, et on les a fait torréfier séparément, jusqu'au point d'en dégager des quantités plus ou moins fortes d'acide sulfureux. On les a ensuite humectés et abandonnés pendant plusieurs semaines dans un lieu humide. Des efflorescences se sont manifestées assez promptement. Une partie des grains s'est désaggrégée d'autant plus complètement que la torréfaction avait approché davantage du point le plus convenable. Ensuite on a fait macérer à chaud les différentes portions du minerai ainsi effleuri, et, après avoir filtré, on en a retiré de 10 à 20 pour 100 d'alun, cristallisant en petits octaèdres bien limpides et qui ont paru d'une grande pureté.

Pendant le cours de ces essais on a été curieux d'éprouver si le minerai était susceptible de fournir de l'alun sans torréfaction. A cet effet, on en a exposé, dans un lieu humide, plusieurs fragmens grossièrement concassés et recouverts de leur propre poussière. Après plusieurs semaines, les tas se sont plus ou moins revêtus d'efflorescences alumineuses, les unes assez pures, et les autres mêlées d'une quantité sensible de sulfate de fer.

Enfin, j'ai repris et complété l'examen des caractères minéralogiques de la brèche du Mont-Dore; j'ai facilement reconnu que l'analogie se soutenait, à de légères différences près. Comme je l'ai dit, on n'avait guère fait attention jusqu'à présent qu'à la variété sulfureuse; sa structure cariée, sa grande dureté habituelle, sa couleur

grise et le caractère empirique tiré de la présence du soufre en avaient imposé : je n'insiste pas, au reste, sur la comparaison des caractères minéralogiques ; on en trouvera les élémens dans la description spécifique qui doit faire suite à ce Mémoire.

Ces résultats achèvent, ce me semble, de prouver l'identité de la roche du Mont-Dore avec la pierre de la Tolfa ; on peut les envisager principalement sous deux points de vue, l'un minéralogique et l'autre économique.

Sous le premier point de vue, je ferai remarquer d'abord que les minéralogistes ne se sont point encore accordés sur le compte qu'ils doivent tenir de la pierre de la Tolfa. Les chimistes sont plus avancés ; après avoir été pendant long-temps incertains sur la définition qu'il fallait en donner, ils en ont fait, d'après M. Vauquelin, un *sous-sulfate d'alumine et de potasse.* Quelques-uns ont pensé depuis avec M. Gay-Lussac que la silice y existait peut-être à l'état de combinaison ; on pouvait objecter que cette terre s'y montre en proportions trop variables pour que cela soit possible. Cette objection semble devenue sans réplique depuis que nous possédons l'analyse d'une autre pierre alumineuse jusqu'ici peu ou point connue, et qu'on exploite cependant depuis un certain nombre d'année à Montione, lieu qui n'est pas très-éloigné de la Tolfa. Cette analyse trouvée dans les papiers d'un chimiste dont la perte prématurée a causé de bien justes regrets, de Colet-Descostils, cette analyse, dis-je, nous a appris que la pierre de Montione ne contient que du sous-sulfate d'alumine et de potasse, sans silice, quoiqu'elle se présente avec les mêmes ca-

ractères extérieurs que les variétés les plus pures de la Tolfa (1).

Werner et son école ont toujours fait une *espèce* du minéral de la Tolfa, mais sans le définir et en le plaçant dans la classe des pierres, en lui imposant la dénomination vague de pierre d'alun (*alaunstein*), et en en donnant une description fort incomplète à l'égard des propriétés les plus essentielles. Cet exemple était d'autant moins fait pour entraîner, que la qualification d'espèce dans la méthode wernerienne n'a point une acception aussi rigoureuse que dans la nôtre; le minéral de la Tolfa ne s'est d'ailleurs jamais montré cristallisé, mais bien en masses compactes et résultant d'une aggrégation confuse. Il n'est donc point étonnant que M. Haüy, soit dans son *Traité*, soit dans ses cours publics, l'ait provisoirement laissé hors ligne, et ne l'ait considéré que comme une roche volcanique altérée toute particulière. Beaucoup de minéralogistes, et notamment M. Brongniart, sont restés dans l'opinion adoptée par M. Haüy, qui était aussi celle de Dolomieu. Delamétherie en a manifesté une qui lui était propre dans son dernier *Traité*, et a confondu la pierre en question avec le schiste alumineux ordinaire.

---

(1) Voici cette analyse :

Acide sulfurique,	35,6;
Alumine,	40;
Potasse,	13,8;
Eau et perte,	10,6.
	100.

(*Annales des Mines*, année 1816, p. 374.)

Il serait maintenant difficile de se refuser à admettre les inductions qu'on doit tirer des expériences de Descostils et de celles que j'ai exposées. Les pierres de la Tolfa, de Montione et du Mont-Dore paraissent appartenir à une combinaison naturelle déterminée, puisqu'elle se reproduit dans ces trois localités avec l'ensemble des mêmes caractères. On ne pourra donc s'empêcher dorénavant de se ranger à l'opinion des minéralogistes qui avaient déjà pris un parti à l'égard de la pierre de la Tolfa. On devra seulement classer l'espèce parmi les substances acidifères insolubles, lui donner la dénomination commandée par sa composition, et en faire une description bonne et convenable. Deux variétés paraissent devoir partager l'espèce : le *sous-sulfate pur* et le *sous-sulfate silicifère*, ce dernier faisant gelée lorsqu'on le traite successivement par la potasse caustique et l'acide hydrochlorique étendu d'eau (expérience facile à exécuter à l'aide du simple chalumeau). Chaque variété pourra être sous-divisée en *massive* ou *poreuse*; il est indispensable de distinguer cette dernière forme de l'état d'aggrégation; car elle change singulièrement l'aspect de la substance.

Le Mont-Dore, la Tolfa et Montione ne sont pas les seules localités qu'on devra citer; les auteurs allemands indiquent une pierre d'alun en Hongrie, d'après une analyse de Klaproth; mais ce gîte est encore peu connu.

L'espèce est d'ailleurs dans le cas de recevoir une addition plus importante. Les recherches précédentes m'ont conduit à examiner la nature d'un assez grand nombre de substances que tous les minéralogistes ont jusqu'à présent rejetées hors de la méthode, pour les

reléguer dans les classifications purement géologiques sous la rubrique banale de roches volcaniques altérées. Cet examen a été commencé en grand sur deux échantillons provenant, l'un, d'une scorie basaltique de l'Etna recueillie par Dolomieu, et l'autre, d'une lave vitreuse prise par moi-même au sommet du pic de Ténériffe. Je l'ai continué sur plusieurs autres variétés ramassées en Sicile, au Vésuve et à l'Ile-de-Bourbon, mais en suivant le procédé d'analyse approximative en petit de M. Wollaston; procédé dont les minéralogistes devraient s'empresser d'adopter l'usage. Toutes les substances dont il s'agit se présentant sous forme de masses indéterminées, conservant plus ou moins la structure des roches originaires, ayant une couleur blanche, ou grise, ou blanc-jaunâtre, parfaitement insipides et douées d'une dureté très-variable, ont été fondues avec de la potasse caustique. Toutes ont fait gelée avec l'acide hydrochlorique. Cette gelée a été évaporée à siccité, délayée avec de l'eau et décantée; la liqueur ainsi obtenue a fourni des précipités abondans, d'abord par l'hydrochlorate de baryte, et ensuite par l'ammoniaque. Eprouvées par la simple torréfaction, on en a dégagé de l'acide sulfureux, puis on en a obtenu de petits cristaux d'alun. Il paraît, d'après ces essais, que les substances minérales résultant des transmutations que les vapeurs acido-sulfureuses opèrent dans les terrains volcaniques peuvent rationnellement se placer dans les classifications minéralogiques, et qu'elles doivent y prendre rang en qualité de sous-sulfates d'alumine et de potasse silicifères. Ici, je ne dois pas omettre de dire que les observations de Bergman sur la lave qui porte les efflorescences alumineuses qu'on recueille

à la Solfatare, près Naples, auraient dû depuis long-temps faire préjuger les résultats dont je viens de rendre compte. Cette lave altérée est composée comme les précédentes.

En opérant, du reste, la réunion que je propose, il ne faudra pas l'étendre aux résidus pulvérulens de la vitriolisation des roches volcaniques; résidus dont nous avons un exemple fort remarquable dans la belle terre blanche qui occupe en partie la capacité du cratère qui termine le pic de Ténériffe : leur composition présente des différences sensibles que je n'ai point encore assez examinées. On ne devra pas non plus confondre ici le minéral qu'on a nommé pendant long-temps *alumine native de Halle*, et ses analogues. D'après MM. Simon, Bucholz et Stromeyer, ce minéral est un sous-sulfate d'alumine fortement hydraté et sans potasse (1).

Si on veut maintenant envisager la connaissance des principes chimiques de la brèche du Mont-Dore sous le point de vue économique, on se demandera s'il est à présumer que cette brèche constitue un gîte exploitable. La solution de cette question est de quelque intérêt. Il existe en Europe, et particulièrement en France, un

---

(1) Il contient, d'après Bucholz :

Acide sulfurique,	21,5;
Alumine,	31;
Eau,	45;
Fer, chaux et silice,	2;
Perte,	0,5.
	100.

grand nombre de fabriques d'alun. Quel que soit le minerai employé ou le procédé suivi dans ces fabriques, les produits ne sont point encore parvenus à rivaliser complètement avec ceux de la Tolfa et de Montione, au gré du moins de la plupart des consommateurs. D'après les prix courans de 1818 pour la place de Paris, ces derniers aluns, que l'on confond sous le nom d'*aluns de Rome*, valent, au quintal métrique, 99 fr., ceux *de Liège* 73 fr., et ceux dits *de Paris* 62. Les différences sont énormes; elles tiennent à des causes très-compliquées, parmi lesquelles il faut placer en première ligne, d'une part, l'aveugle routine et les préjugés d'un grand nombre de consommateurs, et de l'autre, la qualité nécessairement invariable et la constante homogénéité des produits que fournit le minerai de la Tolfa. Quoi qu'il en soit, il y a un si grand appât à faire de l'alun de Rome à Paris, ou, pour s'exprimer avec plus d'exactitude, à en imiter les caractères extérieurs, qu'au rapport de MM. Thenard et Roard (1), il s'en fabrique beaucoup et même de très-bon. Cela se concevra de reste si nous ajoutons qu'on ne parvient à écouler convenablement les produits vraiment supérieurs de quelques-uns de nos établissemens qu'à l'aide de cette imitation; mais les importations du véritable alun de Rome n'en éprouvent aucun ralentissement. Les quantités importées dont l'Administration des douanes a eu connaissance pour 1816 et 1817 s'élèvent, année moyenne, à 246,466 kilogrammes, c'est-à-dire, à-peu-près à la moitié de la quantité qui se fabrique annuel-

(1) *Annales de Chimie*, juillet 1806, tome LIX.

lement à la Tolfa. Le droit d'entrée ne paraît point un obstacle, quoiqu'il soit considérable. En effet, il monte en principal à 20 ou 22 francs par quintal métrique, suivant que le vaisseau est français ou étranger (1).

On peut compter sur l'exactitude de ces documens ; ils me laissent le regret de n'avoir rien d'aussi positif à exposer relativement à la question de savoir si la brèche du Mont-Dore constitue un gîte exploitable. A ce sujet, je dois me borner à rapporter quelques probabilités que

---

(1) Pendant les mêmes années on a importé, année moyenne, 538,637 kil. d'aluns de moindre qualité, payant, à l'entrée, de 15 fr. à 16 fr. 50 c. par quintal métrique. On a exporté, année moyenne, 46,965 kil. des mêmes aluns. Il est en outre sorti une très-petite quantité d'alun de Rome en 1817, celle de 2,595 kil. En somme, on voit que l'exportation a été très faible, et que l'importation s'est élevée à 785,103 kil. d'aluns de toutes qualités.

On ne peut nullement comparer ces documens avec ceux recueillis par l'administration antérieurement à 1814; car alors le territoire français embrassait non-seulement la Belgique et le pays de Saarbruck, où il se fabrique beaucoup d'alun, mais encore les Etats romains. En outre, le blocus continental avait détourné le commerce de ses routes naturelles. Cependant nous croyons devoir rapporter les données suivantes : en 1807, époque où les Etats romains n'étaient point encore réunis, les importations ont été de 736,643 kil. de toutes qualités, et les exportations de 513,124 kil. En 1811, les importations n'étaient plus que de 250,510 kil., et les exportations montaient à 525,843 kil. Ces années peuvent très-bien servir d'exemple pour les autres années réciproquement subséquentes.

je crois pouvoir déduire et des observations que j'ai anciennement faites sur le terrain, et d'une reconnaissance que M. Ramond, malgré le mauvais état de sa santé, a exécutée, à ma prière, pendant son dernier voyage aux bains du Mont-Dore.

Les blocs et les fragmens de la brèche alumineuse viennent incontestablement du vallon de la Craie, au pied du Puy-de-Sancy. Ce vallon, très-étroit, très-profond, bordé d'escarpemens à pic, est d'un accès fort difficile. Les eaux de la Dore s'y précipitent en cascades formant plusieurs étages séparés, et qui paraissent sans communications praticables. M. Ramond n'a pu pénétrer que sur les premiers plans. Il s'est assuré que la partie inférieure du vallon est composée d'alloïte (ou tuf blanc), sur laquelle reposent deux assises de trachite (ou lave feldspathique porphyrique). Nous savons d'ailleurs que la partie supérieure est entaillée dans deux immenses assises de brèche, l'une à base de tuffaïte très-ferrugineuse, renfermant des fragmens volcaniques très-variés; et l'autre à base de pépérite, d'un vert grisâtre, enveloppant des scories noires capillaires; cette dernière est superposée à la précédente. Mais la région moyenne qui comprend une épaisseur d'environ 150 mètres (ou 900 pieds) reste, à peu de chose près, inconnue. M. Ramond ne doute pas que le gîte du sous-sulfate d'alumine et de potasse ne soit contenu dans cette région. Il pense d'ailleurs qu'à l'aide de moyens fort simples qu'il n'avait pas à sa disposition, on pourra, quand on voudra, pénétrer dans cette partie du ravin. Il appuie cette présomption sur ce que les bergers savent s'y introduire pour y recueillir une pépérite rouge (ou tuf de cette

couleur), à l'aide de laquelle ils marquent leurs troupeaux, et colorent la croûte de leurs fragmens. C'est même à cette récolte que le ravin doit son nom ; car la pierre dont il s'agit porte celui de *craie*, dans ces montagnes.

Si, comme on n'en peut douter, la brèche alumineuse est le produit de vapeurs acido-sulfureuses qui ont autrefois percé les bases septentrionales du Puy-de-Sancy, il semble que l'abondance et la durée de ces vapeurs ont dû être en rapport avec l'étendue et l'épaisseur du vaste système volcanique environnant. On doit croire qu'elles ont attaqué et dénaturé les parois d'un grand nombre de crevasses, ou tout au moins de quelque fente fort considérable. En un mot, les conditions de la Solfatare éteinte du vallon de la Craie doivent être analogues à celles qui caractérisent les mines de la Tolfa et de Mentione. Les époques de formation se rapprochent beaucoup. La seule différence qu'on puisse assigner dès à présent, c'est qu'à Mentione et à la Tolfa les vapeurs acides n'ont agi que sur des courans de laves feldspathiques, tandis qu'au Mont-Dore elles ont traversé des déjections feldspathiques et pyroxeniques de toutes formes.

Je ferai remarquer maintenant qu'il ne faudrait pas tout-à-fait préjuger la qualité du minerai qu'on pourra découvrir par les échantillons qui ont été essayés. Ceux-ci provenaient de blocs cassés bien au hasard, et que l'abondance de la silice avait peut-être préservés de la décomposition. L'espoir de rencontrer un minerai plus riche ne serait donc pas déplacé ; et, en effet, j'ai retrouvé, dans des suites de roches cassées faites sur les bords de la

Dordogne, des échantillons d'un porphyre alumineux semblable à celui qui touche les veines les plus pures du minerai de la Tolfa, et offrant également dans sa pâte quelques parcelles de sulfure de fer disséminées.

La pureté du minerai qu'on devra rencontrer en place est un autre point un peu moins problématique. La petite quantité de fer que j'ai reconnue, en la supposant constante, ce qui paraît peu probable, n'empêcherait pas d'obtenir de l'alun d'une qualité supérieure, en employant toutefois le procédé de la Tolfa; procédé dont l'application exige peu de science, dont les résultats sont nécessairement homogènes et de qualité invariable, et qui, par le grillage, le lessivage à chaud et la surabondance de l'alumine continuellement en présence, exclut sans frais le sulfate de fer, ou du moins n'en laisse subsister que des quantités infiniment petites, et que MM. Thenard et Roard ont évaluées moindres que $\frac{1}{27900}$.

Je ne parlerai point des facilités qu'on trouverait dans les circonstances locales pour mener des ouvrages d'extraction en galeries, pour se débarrasser de déblais au moyen du torrent, pour établir économiquement une usine alimentée par des eaux vives très-abondantes, pour obtenir la main-d'œuvre et le combustible à bas prix, et pour transporter les produits d'une manière peu dispendieuse jusqu'à l'Allier. Ces données techniques ne peuvent intéresser que l'Administration des mines; c'est à cette administration qu'il appartiendra de faire exécuter les recherches nécessaires pour que les probabilités précédemment exposées soient vérifiées avec les soins qui conviennent à l'importance de leur objet.

Si les recherches exécutées ne mènent point aux résul-

tats qu'on avait lieu d'espérer, il n'en faudra pas moins conclure, sous le point de vue purement scientifique :

1°. Que la brèche du Mont-Dore est composée d'un sous-sulfate d'alumine et de potasse silicifère, analogue aux sous-sulfates de Montione et de la Tolfa ;

2°. Que presque toutes les laves altérées par les vapeurs acido-sulfureuses des volcans sont aussi des sous-sulfates silicifères, et ne diffèrent des précédentes que par les aspects dépendans d'une aggrégation rarement parfaite et d'une contexture ordinairement empruntée ;

3°. Qu'il est convenable de réunir toutes ces substances pour en former, dans les classifications minéralogiques, une espèce particulière qu'on doit placer parmi les sels insolubles, et dont il faut étudier et décrire les caractères avec d'autant plus d'exactitude et de détail, qu'on est obligé de suppléer à l'absence totale de cristallisation.

Observations *d'un Météore lumineux*

Communiquées par le Dr Thomas Young,

L'un des Secrétaires de la Société royale de Londres.

J'ai vu, le 3 août 1818, à onze heures un quart du soir, à Worthing, latit. 50° 49′, long. 20′ ouest de Greenwich, un météore très-lumineux, près de Cassiopée. Le trait de lumière a commencé à 19° du pole, et à 65° ascension droite. Il a fini à 17° du pole, et à près de 80° ascension droite. Il est resté visible plus d'une minute, sans mouvement, comme une comète, le *nucleus* étant

au point de départ. Cette direction ne diffère que peu de celle du mouvement apparent du soleil dans sa révolution annuelle. Si on a vu ce météore à Paris, ou partout ailleurs, on pourra en déterminer la hauteur avec une grande exactitude par la comparaison des observations.

A propos de l'observation curieuse de M. T. Young, nous allons transcrire ici un passage que M. Burckhardt a extrait du registre original des observations de Kirch, et dans lequel il est également question d'un météore qui n'avait pas de mouvement sensible.

1686, $\frac{9}{19}$ juillet, vendredi matin, vers une heure 20 minutes, cherchant avec une lunette d'un pied et demi la nouvelle étoile dans le cou de la baleine, je fus frappé d'une grande lumière. Regardant alors à l'œil nu, j'aperçus, vers le midi, une grande masse de feu, plus claire, plus grande et plus blanche que Vénus, égale à-peu-près à la moitié de la lune. Cette masse avait une queue, au-dessous et vers l'ouest; elle RESTAIT IMMOBILE A SA PLACE. Voyant qu'elle n'avançait pas du tout et ne s'éteignait pas, je commençai à compter lentement 1, 2, 3.... Elle devint peu à peu plus pâle; mais elle était pourtant encore très-visible lorsque je comptais 200 : sa faiblesse était déjà assez grande quand j'arrivai à 300. Enfin, elle disparut tout-à-fait, après avoir été visible un demi-quart d'heure environ. Pendant sa durée, je l'examinai avec une lunette d'un pied et demi, et je lui trouvai la forme que voici : (*voyez* la planche figure 5; les objets sont représentés comme dans la lunette, c'est-à-dire, à

l'envers) : *A* est le grand globe, très-lumineux; *D* est la queue (ou traînée); *B* et *E* sont deux globes plus petits et moins brillans que *A*; *e* est une petite étoile rouge, très-près de *A*. La longueur totale *AE* a été estimée 4°; car je ne l'ai pas mesurée. Le globe *A* se trouvait entre deux étoiles et au milieu de la droite qui les joignait. Les nuages empêchèrent de les reconnaître avec certitude. Kirch donne en détail les raisons qui lui font croire que c'est ε verseau, et θ capricorne; et que par conséquent le globe *A* avait longitude 8° ½ dans le verseau et latit. sept. 4°. Kirch ajoute en note que peut-être *EB* (dans son dessin) est un peu trop élevé (au-dessus de *A*), mais qu'il n'en est pas sûr.

Une autre note dit qu'il n'a pu savoir quelle était la petite étoile *e*, les nuages couvrant toutes les autres étoiles dans les environs.

« Ne s'en suit-il pas que *e* n'était pas une étoile; et » comment l'éclat du globe n'aurait-il pas effacé la lu- » mière d'une petite étoile? et il n'y en a pas de belle » dans cet endroit du ciel. »

Quelques sentinelles des portes de Leipsick ont aussi aperçu ce globe, et ne lui ont reconnu aucun mouvement; on l'a vu de même à Oelsnich, à Froburg (4 lieues de Leipsick), à Schleiz, et sur la route d'Annaberg (à Leipsick), à dix lieues de Leipsick.

Projet *d'un nouveau moteur fondé sur la théorie du thermomètre.*

Par M. Pattu,

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées dans le département du Calvados.

La mécanique a été enrichie depuis deux siècles par de nouveaux moteurs qui ont fait faire des progrès considérables à tous les arts. Le plus puissant est produit par le calorique, ou par la substance qui donne aux corps de la chaleur, et augmente leur volume en diminuant cette force inconnue, mais admirable, qui lie leurs molécules. Amontons a proposé en 1699, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, une roue qui est mue par une masse d'air dont la température et le volume sont variables. MM. Niepce ont présenté à l'Institut, en 1806, un moyen semblable pour soulever un piston et faire monter de l'eau à une grande hauteur. Ils se servent d'un récipient de cuivre rempli d'air, et dans lequel ils introduisent une flamme très-vive. L'air devient plus élastique, il prend un volume plus considérable et repousse en même temps le piston.

Le calorique employé pour dilater l'eau et la rendre aériforme, a fait naître les pompes à feu et toutes les autres machines à vapeur. Leurs effets excitent sans cesse l'admiration des savans et des hommes d'état : ils portaient récemment l'illustre secrétaire de l'Académie des Sciences, M. Cuvier, à dire que les expériences faites pour introduire l'usage de ces machines dans la

navigation pouvaient être placées dans la liste de celles qui ont changé la face du monde.

La dilatation des métaux par le calorique a fourni depuis peu à M. Molard un moyen extrêmement ingénieux, pour redresser deux gros murs d'une galerie qui étaient près de tomber. Il lia ces murs ensemble par plusieurs tirans de fer, qu'il chauffa ensuite successivement, et dont il serra en même temps les clavettes qui étaient au dehors; ces tirans se raccourcissaient par le refroidissement et forçaient les murs à se rapprocher.

Il ne paraît pas que la dilatation des fluides conservés dans leur état ait servi pour les machines; mais le thermomètre, dont elle est la base, vient de nous indiquer le nouveau moteur que nous proposons.

Des expériences faites par de célèbres physiciens, notamment par Nollet, Dalton et Biot, ont appris que le volume de l'eau augmente de 37 millièmes lorsqu'elle passe de la température de 13 degrés du thermomètre de Réaumur à celle de 80 degrés. D'autres expériences ont appris aussi que l'eau devait être regardée comme incompressible dans la pratique, du moins jamais on n'a pu faire fléchir un globe de métal qu'elle remplissait entièrement; elle se faisait jour à travers les pores de son enveloppe, plutôt que de souffrir une diminution sensible dans son volume. Ces résultats étant admis, si l'on fait construire une boîte en fer, carrée ou cylindrique, qui contienne trois décimètres cubes, que l'on soude dans le dessus un tuyau de même métal, et dont l'intérieur ait 5 centimètres de diamètre; que l'on remplisse la boîte seulement avec de l'eau ordinaire, dont la

température soit à-peu-près de 13 degrés, et que l'on produise ensuite une température de 80 degrés, l'eau montera d'un demi-mètre dans le tuyau, comme elle monterait dans un thermomètre. Enfin, si l'on place dans ce tuyau une barre de fer de 5 centimètres de grosseur qui fasse l'effet d'un piston, on aura un cric sans rouage, avec lequel on pourra soulever d'énormes fardeaux, en donnant à la boîte et à son tuyau une épaisseur convenable, et sans employer une température plus élevée que celle de l'eau bouillante.

L'usage auquel nous venons de destiner le nouveau moteur est limité pour les arts; cependant, si l'on observe qu'il est possible de faire sortir promptement l'eau chaude de la boîte, et de la remplacer par de l'eau froide qui soit mise à son tour à la température de 80 degrés, on verra que le piston peut mouvoir un rouage ou des leviers, et servir à élever de l'eau à une hauteur considérable, ou à produire d'autres effets équivalens et successifs. A la vérité, le mouvement primitif sera lent, parce qu'il faudra quelque temps pour faire chauffer l'eau renfermée dans la boîte; en récompense, la force ou la quantité d'action sera prodigieuse, et l'on pourra toujours, par les moyens ordinaires que donne la mécanique, obtenir exactement la vitesse dont on aura besoin.

Il aurait fallu sans doute confirmer ici, par des expériences spéciales, faites avec des modèles de machines auxquelles on aurait appliqué le nouveau moteur, les raisonnemens que nous avons appuyés sur les principes ordinaires de la physique; mais nous ne sommes point encore à portée de faire ces expériences. D'ailleurs, nous

avons pensé que nous serions mieux guidés lorsque la première base du projet que nous présentons aurait été discutée et approuvée.

Cinquième Série *d'Observations sur les Acides et les Oxides oxigénés.*

Par M. Thenard.

(Lu à l'Académie des Sciences le 5 octobre 1818.)

Les faits dont se compose cette série d'observations sont si remarquables qu'ils causeront probablement quelque surprise même aux chimistes les plus distingués. Je vais les rapporter le plus succinctement possible.

1er. Les acides nitrique et hydrochlorique oxigénés dissolvent l'hydrate de deutoxide de mercure sans effervescence; mais lorsque l'on verse ensuite un excès d'alcali dans la dissolution, il se dégage beaucoup d'oxigène, et l'oxide de mercure qui reparaît d'abord sous la couleur jaune, ne tarde point à se réduire.

2e. Cet hydrate se réduit également en le mettant en contact avec le nitrate et l'hydrochlorate oxigénés de potasse : on le voit passer du jaune au gris, et l'on voit en même temps beaucoup d'oxigène se dégager.

3e. De l'oxide d'or extrait de l'hydrochlorate d'or par la baryte, et contenant un peu de cette base qui lui donnait une teinte verdâtre, fut mis en gelée dans de l'acide hydrochlorique oxigéné : à l'instant une vive effervescence eut lieu; elle était due à l'oxigène; l'oxide

devint pourpre, et quelque temps après il était complètement réduit.

4e. Les acides sulfurique, nitrique et phosphorique, oxigénés, font passer d'abord l'oxide d'or au pourpre comme l'acide hydrochlorique oxigéné; mais l'oxide, au lieu de prendre ensuite l'aspect de l'or précipité par le sulfate de fer, devient brun foncé. Ces expériences ne tendent-elles pas à prouver qu'il existe réellement un oxide pourpre d'or.

5e. Lorsque l'on verse de l'acide nitrique oxigéné sur de l'oxide d'argent, une vive effervescence a lieu; elle est due toute entière à l'oxigène, comme dans les cas précédens : une partie de l'oxide d'argent se dissout, l'autre se réduit d'abord, et se dissout ensuite elle-même, pourvu que l'acide soit en quantité convenable. La dissolution étant faite, si l'on y ajoute peu à peu de la potasse, il se produit une nouvelle effervescence et un précipité d'un violet noir foncé : du moins telle est toujours la couleur du premier dépôt. Ce dépôt est insoluble dans l'ammoniaque, et est, selon toute apparence, un protoxide d'argent semblable à celui qu'un chimiste anglais a observé en examinant les produits de l'ammoniaque sur l'oxide d'argent.

6e. Les acides sulfurique et phosphorique oxigénés réduisent partiellement aussi l'oxide d'argent, en donnant lieu à une vive effervescence.

7e. J'ai déjà parlé de l'action de l'oxide d'argent sur l'acide hydrochlorique oxigéné, et j'ai dit que ces deux corps, par leur réaction, donnaient lieu à de l'eau, à un dégagement de gaz oxigène et à du chlorure d'argent; mais ce chlorure est violet. Or, le chlorure violet, de

quelque manière qu'il soit produit, laisse toujours un résidu métallique lorsqu'on le traite par l'ammoniaque ; phénomène que M. Gay-Lussac a observé sur le chlorure blanc, devenu violet par l'action de la lumière. Il suit de là qu'en traitant l'acide hydrochlorique oxigéné par l'oxide d'argent, une petite partie de l'oxigène qui se dégage provient de l'oxide même. Par conséquent, pour déterminer, d'après le procédé que j'ai indiqué précédemment (page 54 de ce Cahier), la quantité d'oxigène de l'acide hydrochlorique oxigéné par l'oxide d'argent, il faut tenir compte de l'oxigène provenant de cet oxide. A cet effet, il suffit de faire une seconde expérience dans laquelle on recueille le chlorure d'argent produit et mêlé à l'excès d'oxide d'argent ; l'on traite le mélange par l'ammoniaque, et l'on obtient pour résidu le métal de l'oxide réduit : la quantité de ce résidu fait connaître immédiatement la quantité d'oxigène cherchée.

Je ferai remarquer, au sujet du chlorure violet, qu'il correspond probablement au protoxide d'argent.

8e. Aussitôt que l'on plonge un tube chargé d'oxide d'argent dans une dissolution de nitrate oxigéné de potasse, il se produit une violente effervescence, l'oxide d'argent se réduit, l'argent se précipite, tout l'oxigène du nitrate oxigéné se dégage en même temps que celui de l'oxide, et la dissolution, qui ne contient plus ensuite que du nitrate de potasse ordinaire, reste neutre si elle l'était d'abord.

9e. L'oxide d'argent se comporte avec l'hydrochlorate oxigéné de potasse de même qu'avec le nitrate oxigéné.

10e. Que l'on mette de l'argent très-divisé dans du nitrate ou de l'hydrochlorate oxigéné de potasse, tout

l'oxigène du sel se dégagera encore tout-à-coup. L'argent ne sera point attaqué, et le sel restera neutre comme auparavant. L'action serait moins vive, et même beaucoup moins vive si le métal était moins divisé. Dans tous les cas, il paraît qu'elle est moins forte sur l'hydrochlorate que sur le nitrate.

11e. L'argent n'est pas le seul métal capable de séparer l'oxigène des nitrate et hydrochlorate oxigénés de potasse. Le fer, le zinc, le cuivre, le bismuth, le plomb, le platine possèdent aussi cette propriété. Le fer et le zinc s'oxident et donnent lieu en même temps à un dégagement d'oxigène; les autres ne s'oxident pas, du moins sensiblement. Tous avaient été employés en limaille.

J'ai aussi essayé l'action de l'or et celle de l'étain : ces métaux n'agissent pas sur les dissolutions neutres, ou du moins l'on voit tout au plus quelques petites bulles se dégager de temps en temps.

12e. Plusieurs oxides, autres que ceux d'argent et de mercure, peuvent également décomposer les nitrate et hydrochlorate oxigénés de potasse : je citerai particulièrement le peroxide de manganèse et celui de plomb. Il ne faut même que très-peu de ces oxides en poudre pour chasser tout l'oxigène de la dissolution saline; l'effervescence est vive. Je crois que le peroxide de manganèse ne subit aucune altération; il serait possible que celui de plomb fût ramené à un moindre degré d'oxidation.

13e. L'on sait que l'acide nitrique est sans action sur le peroxide de manganèse et sur le peroxide de plomb; mais il n'en est pas de même de l'acide nitrique oxigéné. Il les dissout l'un et l'autre avec la plus grande facilité. La dissolution est accompagnée d'un grand dégagement

de gaz oxigène. La potasse produit, dans celle de manganèse, un précipité noir floconneux, et dans celle de plomb, un précipité couleur de brique. Celui-ci est moins oxigéné que le peroxide de plomb ; car, en le traitant par l'acide nitrique, l'on obtient du nitrate de plomb et un résidu puce. Au moment de l'addition de la potasse, il y a vive effervescence.

14e. Enfin, les sulfates, les phosphates et les fluates oxigénés se comportent avec l'oxide d'argent, l'argent et probablement les autres corps, de même que le nitrate et l'hydrochlorate oxigénés de potasse. La plupart des sels alcalins oxigénés sont doués aussi des mêmes propriétés que les sels de potasse oxigénés.

Quelle est la cause des phénomènes que nous venons d'exposer ? Voilà maintenant ce qu'il s'agit de rechercher.

Pour cela, qu'il nous soit permis de rappeler ceux que présentent l'oxide d'argent et l'argent avec le nitrate oxigéné neutre de potasse. L'argent très-divisé dégage rapidement l'oxigène de ce sel ; il ne s'altère point, et le nitrate oxigéné devient nitrate neutre.

L'oxide d'argent dégage plus rapidement encore que l'argent l'oxigène du nitrate oxigéné ; lui-même est décomposé, il se réduit, l'argent se précipite tout entier, et l'on ne retrouve dans la liqueur que du nitrate neutre de potasse ordinaire. Or, dans ces décompositions, l'action chimique est évidemment nulle ; il faut donc les attribuer à une cause physique ; mais elles ne dépendent ni de la chaleur, ni de la lumière ; d'où il suit qu'elles sont probablement dues à l'électricité. Je chercherai à m'en assurer d'une manière positive ; je chercherai aussi à savoir si la cause, quelle qu'elle soit, ne pourrait point

être produite par le contact de deux liquides, et même de deux gaz. De là, découlera peut-être l'explication d'un grand nombre de phénomènes.

Procédé *par le moyen duquel on met à nu la potasse contenue dans les sucs ou décoctions des végétaux* (1).

Par M. Peschier, Pharmacien à Genève.

Quoique l'hypothèse sur la production de la potasse pendant la combustion des végétaux ait été depuis long-temps tenue comme dénuée de fondement, cependant il n'avait pas encore été découvert un moyen de mettre en évidence la présence de cet alcali dans les sucs des végétaux : on en obtenait bien, par un long travail, des sels ayant la potasse pour base; mais, dans une démonstration théorétique, on était obligé de se servir toujours de l'expression : « *la potasse s'obtient du lavage des cendres des végétaux*. Cette expression était censée signifier que ce n'était que dans ces lavages que l'on pouvait la rencontrer.

Ayant toujours observé que les sucs et les décoctions des végétaux rougissaient plus ou moins le papier bleu de tournesol, et desirant, pour suivre un travail particulier, découvrir une substance qui, en se combinant avec le principe acide, pût former un sel insoluble, la

---

(1) Article communiqué par l'auteur.

magnésie pure ayant cette propriété avec plusieurs acides végétaux, elle me parut remplir mon but en grande partie, et son action m'a conduit à la découverte suivante :

Si l'on agite un instant un suc ou une décoction végétale, ou qu'on les fasse bouillir avec une quantité de magnésie pure capable de saturer, soit l'acide libre, soit la partie de l'acide combinée avec la potasse, et que l'on sépare par un filtre le dépôt magnésien, on obtient un liquide alcalin, bleuissant le papier de tournesol rougi, donnant la teinte jaune-rougeâtre au papier de Curcuma, faisant effervescence avec un acide, en un mot, ayant tous les caractères d'une dissolution de potasse carbonatée. Par ce moyen, on rend encore sensible la présence de la potasse dans les dissolutions du sucre de canne, de betterave, de raisin et de lait, ainsi que dans celles des gommes arabique et adragante, et des fécules amilacées.

Les acides le plus généralement répandus dans le règne végétal sont le tartarique et l'oxalique; ils forment tous les deux des sels insolubles avec la magnésie lorsqu'ils ne se rencontrent pas en excès : or, il est facile d'éviter ce dernier état par l'emploi d'une quantité de magnésie surabondante.

L'insolubilité de la magnésie pure ne permet pas de supposer que l'on puisse lui attribuer le caractère alcalin reconnu au liquide; au reste, pour lever toutes les objections, une certaine quantité de magnésie pure a été entretenue long-temps en ébullition dans de l'eau ordinaire, sans qu'aucun réactif ait pu en démontrer la présence; et il a été obtenu de plusieurs sucs végétaux

(traités préalablement avec de la magnésie pure) par l'addition de l'acide tartarique des tartrates acides de potasse.

Lorsque les sels contenus dans les plantes ont pour base les acides sulfurique ou nitrique, la magnésie ne possède pas la propriété de les décomposer; mais ces sels se présentent rarement seuls. La plante de la bourrache commune offre un de ces cas d'exception; son suc ne rougit pas le papier bleu; il n'éprouve aucun effet de la magnésie, parce que le nitre paraît être le seul sel qui y soit tenu en dissolution.

L'avantage que présente cette découverte est d'abord, ainsi qu'il a été dit, pour la démonstration, et secondement pour la facilité qu'elle donne de pouvoir déterminer, sans la combustion, la quantité de potasse contenue dans telle partie du végétal, en employant la voie de la saturation.

On pourra dorénavant placer en tête de la description de la potasse, qu'elle se rencontre toujours dans les végétaux, combinée avec un acide que l'on peut saturer avec la magnésie pure, et qu'on l'obtient en grand par le lavage des cendres, l'acide étant détruit par l'incinération.

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 31 *août* 1818.

M. Cuvier communique une note de M. Delpont, procureur du roi à Figeac, *sur des ossemens fossiles découverts près de Brengues en Quercy*. Les os consis-

tent en fragmens de rhinocéros fossiles, de cerfs de l'espèce trouvée à Etampes, de chevaux et de bœufs.

M. Mongez lit une *Note sur une source minérale trouvée dans un faubourg de Lyon*, d'après les indications fournies par une ancienne épitaphe.

M. Palissot de Beauvois lit un *Rapport sur l'Atlas botanique* de M. Lefebvre, ancien sous-préfet de Verdun.

La nouvelle méthode botanique que M. Lefebvre propose lui semble plus naturelle et plus simple que toutes celles qui ont paru jusqu'à présent pour arriver à la connaissance des plantes. En réunissant les deux méthodes les plus accréditées, celle de Tournefort et le système sexuel de Linnée, et les faisant concorder pour établir les classes, les ordres, les tribus, les divisions, les subdivisions, etc., etc., l'auteur espère écarter les exceptions et les aberrations que chacune de ces méthodes offre isolément.

Les commissaires pensent que l'*Atlas* de M. Lefebvre est susceptible d'améliorations, et ont terminé leur rapport en engageant l'auteur à y mettre la dernière main.

M. Berthollet fait un rapport sur le *Mémoire* de M. Laugier *relatif au traitement du cobalt et du nickel.*

Ce Mémoire a paru digne d'être publié dans le *volume des Savans étrangers.* (Nous l'insérerons dans les *Annales*, très-prochainement.)

M. Binet lit un *Mémoire sur un nouveau principe de mécanique générale.* (Des commissaires sont chargés d'examiner ce travail.)

M. Hachette lit un *Mémoire sur l'écoulement des liquides*, qui de même est renvoyé à une commission.

M. Vauquelin continue la lecture du *Mémoire* dans lequel il a consigné les résultats de ses nouvelles expériences sur le cyanogène.

Séance du lundi 7 septembre.

M. Dupin présente les deux volumes manuscrits de son *second Voyage en Angleterre.*

M. Cordier, correspondant, lit un *Mémoire sur une pierre siliceuse du Mont-Dore.* (*Voyez* plus haut.)

M. Cagniard-Latour présente plusieurs *nouvelles machines hydrauliques*, sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir quand les commissaires chargés de les examiner auront fait leur rapport.

Au nom d'une commission, M. Duméril fait un rapport sur les 2me et 3me *Mémoires* de M. Edwards *relatifs à l'asphyxie dans les reptiles de l'ordre des batraciens.*

Le 2me *Mémoire* a été inséré dans les *Annales*, tome VIII, page 225. Nous espérons publier le 3me prochainement.

Les commissaires ont proposé de les insérer dans le *Recueil des Savans étrangers* : cette conclusion a été adoptée par l'Académie.

Séance du lundi 14 septembre.

L'Académie décide, au scrutin et à l'unanimité, qu'il y a lieu à remplacer M. Périer dans la Section de Mécanique. La présentation se fera dans la séance prochaine.

M. le comte de Lacépède lit une *Note sur des cétacés des mers voisines du Japon.*

M. Thenard lit une suite à ses *Recherches sur les acides oxigénés.* (*Voyez* plus haut.)

Deux *Mémoires* avaient été présentés, *sur des méthodes propres à faciliter la taille des habits.* L'Académie a entendu aujourd'hui la lecture du rapport que M. Molard a fait sur cet objet.

M. Julien-le-Roy lit un *Mémoire sur une nouvelle machine propre à broyer le chanvre et le lin.* Nous la ferons connaître quand les commissaires l'auront examinée.

Un *Mémoire sur un nouveau moyen de fixer les tuiles briques sur les toitures* est renvoyé à l'examen de MM. Molard et Girard.

Sur *de nouvelles Observations de la planète Uranus.*

Lorsque Herschel eut reconnu, en 1781, le mouvement propre d'Uranus, les astronomes recherchèrent si cet astre n'aurait pas été antérieurement observé comme une étoile fixe. M. Bode découvrit deux observations de la planète, l'une dans le catalogue de Flamsteed, et l'autre dans celui de Tobie Mayer. Lemonnier, de son côté, reconnut qu'il l'avait lui-même observée trois fois. Plus tard, MM. Bessel et Buckhardt ont retrouvé plusieurs positions de la nouvelle planète dans les catalogues de Flamsteed et de Bradley. (Voyez *Annales*, tome III,

page 331.) Enfin, pour perfectionner, autant que possible, les tables qu'il se propose de publier bientôt, M. Bouvard a eu la patience de parcourir, ligne à ligne, les registres manuscrits de Lemonnier, et a découvert que cet astronome avait observé douze fois Uranus entre le 14 octobre 1750 et le 18 décembre 1771. Le désordre de ces registres qui a rendu le travail de M. Bouvard très-pénible, peut seul expliquer comment Lemonnier ne s'est point aperçu que l'astre qu'il observait était doué d'un mouvement propre. Voici les résultats des douze observations de cet astronome :

Temps moyen, compté de minuit.	Ascension droite apparente.	Déclinaison.
1750, le 14 oct., à 19h. 5'.19"	324°.30'28",2	15°. 1'.42",0 australe.
Id., le 3 déc., à 16 50 16	324 34 53, 5	14 53 19, 0 *ib.*
1764, le 15 janv., à 17 12 23	12 37 39, 0	4 43 47, 0 boréale.
1768, le 27 déc., à 19 38 45	31 26 52, 0	12 15 35, 0 *ib.*
Id., le 30 déc., à 19 26 49	31 24 45, 8	12 14 55, 0 *ib.*
1769, le 15 janv., à 18 29 0	31 22 7, 7	12 14 26, 0 :: *ib.*
Id., le 16 janv., à 18 25 6	31 12 23, 4	12 14 36, 3 *ib.*
Id., le 20 janv., à 18 4 11	31 24 6, 6	12 15 19, 0 *ib.*
Id., le 21 janv., à 18 0 18	31 24 23, 8	12 15 31, 8 *ib.*
Id., le 22 janv., à 17 56 23	31 25 4, 7	12 15 45, 7 *ib.*
Id., le 23 janv., à 17 52 28	31 25 28, 5	12 16 7, 5 *ib.*
1771, le 18 déc., à 21 7 35	43 58 6, 0	16 25 20, 2 *ib.*

Nouvelles observations *sur le métal découvert par M.* Vest (1).

On ne peut point réduire les oxides de ce métal seuls, mais seulement quand ils sont en combinaison

(1) *Voyez* t. VIII, p. 110 de ce journal.

avec l'arsenic. Ils sont blancs, ainsi que leurs combinaisons avec les acides. Le précipité formé dans ses dissolutions salines est blanc avec le prussiate triple de potasse; blanchâtre avec l'infusion de noix de galle, et noir avec l'acide hydrosulfurique. Ce précipité noir se dissout facilement dans les acides; aussi ne se forme-t-il point lorsque les dissolutions contiennent un excès d'acide. L'oxide supporte une chaleur de plus de 150°. W. sans se fondre, et reste blanc avec ou sans le contact de l'air. Il est très-difficile de séparer le nouveau métal de sa mine; car il est soluble comme le nickel et le cobalt dans l'ammoniaque. (*Annalen der Physik.* LIX. 107.)

Alun *à base de magnésie.*

Le Dr Ficinus, professeur à Dresde, a reconnu que l'alun fibreux qu'on trouve dans les couches de houille brune de Tschermig, près Commotau, contient de l'alumine, de la magnésie, de la silice, de l'acide sulfurique et de l'eau.

Quoique ce fait soit très-curieux, il ne paraîtra point extraordinaire à ceux qui savent que la potasse, l'ammoniaque et la soude ont la propriété de former de l'alun avec le sulfate d'alumine. Cependant, avant de l'admettre, il est nécessaire qu'il soit mieux constaté, et que l'on connaisse les procédés d'analyse du Dr Ficinus. Lampadius n'a point trouvé, en effet, de magnésie dans de l'alun qu'il croit semblable à celui de Commotau, en décomposant sa dissolution par le carbonate de soude, et en traitant le précipité par la potasse caustique; mais,

d'un autre côté, le Dr Ficinus remarque que si Lampadius n'a pas obtenu de magnésie, cela est dû au procédé qu'il a employé. (*Annalen der Physik.* LVIII. 117-445. LIX. 109.)

Sur *la Dissolution de l'argent dans l'ammoniaque.*

Par M. Faraday.

L'oxide d'argent précipité par les alcalis ou par les terres alcalines peut être entièrement dissous par l'ammoniaque. La dissolution, exposée à l'air, se couvre d'une pellicule brillante qui, étant enlevée, est remplacée par une nouvelle, jusqu'à ce que la presque totalité du métal soit séparée. M. Berthollet a remarqué depuis long-temps (*Ann. de Chim.* I. 56) que cette pellicule est de l'oxide d'argent; mais lui ayant reconnu quelques propriétés particulières, je me suis déterminé à en faire l'analyse. J'en ai décomposé une certaine quantité par le feu, dans une retorte, en recueillant le gaz oxigène, et j'ai trouvé qu'il était composé de :

7,5 d'oxigène et d'environ 150 d'argent.

Dans une expérience comparative, l'oxide d'argent ordinaire m'a donné :

7,5 d'oxigène et 101,6 de métal;

ce qui diffère très-peu des proportions qu'on donne dans les *Traités élémentaires.* Il y a donc tout lieu de croire que la substance qui se forme à la surface de la dissolution d'oxide d'argent dans l'ammoniaque est un oxide

particulier, contenant seulement environ les deux tiers de l'oxigène que renferme l'oxide ordinaire.

L'oxide formé à la surface d'une solution ammoniacale, par une lente évaporation à l'air, paraît gris et très-brillant par lumière réfléchie; par lumière transmise, à travers des pellicules très-minces, il est d'une couleur jaune brillante : chauffé subitement, il commence par fondre, et laisse ensuite un bouton solide d'argent. Par le moyen de la pression, on pourrait peut-être le fondre sans le décomposer.

La potasse précipite en blanc la solution de l'oxide d'argent ordinaire dans l'ammoniaque : l'alcool et l'éther produisent des précipités d'abord blancs, mais qui changent promptement de couleur; ils détonnent, soit par la chaleur, soit par le frottement, après avoir été desséchés. La teinture de noix de galle donne un précipité noir très-abondant, différent en apparence de celui obtenu du nitrate d'argent, en ajoutant de l'ammoniaque après la teinture. Il paraîtrait, d'après ces circonstances, que pendant la dissolution de l'oxide d'argent dans l'ammoniaque une partie de l'oxide passe à l'état de protoxide; et comme il ne se dégage aucun gaz, il faudrait qu'il se formât de l'eau et de l'acide nitrique.

M. Berthollet, dans le Mémoire cité, a décrit un composé fulminant d'argent et d'ammoniaque, dans lequel il regarde le métal comme étant à l'état de protoxide. La meilleure manière de l'obtenir est de faire bouillir l'oxide avec précaution, pendant quelques instans, avec une dissolution de potasse et d'ammoniaque : la potasse absorbe tout l'acide carbonique qui pouvait être uni à l'oxide, et empêche jusqu'à un certain point sa disso-

lution dans l'ammoniaque. On obtient une poudre noire semblable à celle fournie par d'autres procédés (1).

J'avais supposé que cette substance pouvait être un composé de peroxide d'argent et d'ammoniaque, et pour acquérir quelque donnée à cet égard, j'ai cherché à déterminer les circonstances de sa formation.

En faisant bouillir pendant quelques instans une dissolution d'oxide d'argent dans l'ammoniaque, la dissolution se colore fortement, il s'en dégage de l'azote, on obtient un précipité noir qui est de l'argent fulminant, et la liqueur devient incolore. Celle-ci, chauffée de nouveau, s'est encore noircie, a laissé dégager de l'azote, et a donné un précipité qui n'était point de l'argent fulminant, mais un oxide pur. Le même résultat s'est présenté jusqu'à cinq fois en faisant bouillir successivement la même dissolution. Il faut par conséquent

---

(1) En mêlant de l'oxide d'argent avec l'ammoniaque, une partie seulement se dissout, sans qu'on observe le dégagement d'aucun gaz, et il reste, au bout de quelques heures, une poudre noire qui est l'argent fulminant. La liqueur surnageant cette poudre, étant soumise à l'ébullition, il s'en dégage de l'azote, et il se forme des petits cristaux qui sont opaques et qui ont un éclat métallique. Ils fulminent dès qu'on les touche, quoiqu'ils soient couverts de liqueur : M. Berthollet les considère comme étant formés par l'ammoniaque et un oxide moins oxigéné que celui du nitrate. (*Ann. de Chim.* I. 55.) M. Berthollet ne dit pas précisément s'il croit ces cristaux différens de la poudre noire; mais, dans tous les cas, il admettait nécessairement l'existence de deux oxides d'argent. R.

conclure que le dégagement de l'azote ne dépend pas exclusivement de la formation de l'argent fulminant.

Je n'ai pu réussir à former de l'argent fulminant, soit avec l'oxide précipité de la dissolution ammoniacale par la chaleur, que je regarde comme étant le protoxide, soit avec celui qui se forme en pellicules à la surface de l'ammoniaque, et dont j'ai déterminé les proportions.

Lorsque le composé fulminant est dissous dans les acides, il donne un gaz que je crois être de l'oxigène; mais je n'ai pu opérer sur d'assez grandes quantités de matière pour m'en assurer.

A ces raisons, qui me font penser que l'argent fulminant est plutôt un composé de peroxide que de protoxide, j'ajouterai que le protoxide se dissout facilement dans l'ammoniaque, et que la poudre fulminante s'y dissout au contraire difficilement (1). (*Journal of Science.* IV. 268.)

---

(1) Quoique le Mémoire de M. Faraday renferme quelques faits intéressans, nous ne pouvons nous empêcher de dire qu'on n'y trouve point cette marche sévère qui détermine la conviction. Il n'admet que deux oxides, dont le plus oxigéné entre dans la composition de l'argent fulminant; mais s'il était vrai qu'en traitant cette substance par les acides il s'en dégageât de l'oxigène, il faudrait nécessairement conclure qu'il existe un oxide d'argent plus oxigéné que celui du nitrate. Le sujet n'est point encore suffisamment éclairci, et nous invitons les chimistes à s'en occuper encore.

Conservation *des Substances végétales et animales.*

L'on doit à M. Appert un procédé aussi simple que sûr que le Gouvernement a fait publier, il y a quelques années, après avoir donné une récompense à son auteur. On peut dire qu'il s'applique à presque toutes les substances, tant végétales qu'animales, même à celles qui sont les plus putrescibles. Il consiste en général à mettre la substance à conserver dans un vase qu'on bouche hermétiquement, et à l'exposer ensuite, dans un bain-marie, à la chaleur de l'eau bouillante pendant un temps convenable. Pour les viandes, il est préférable de commencer par les faire cuire en partie avant de les enfermer dans les vases. Afin de réussir dans ce procédé de conservation, il est nécessaire que la substance reste exposée à la chaleur un temps suffisant pour prendre, dans toute sa masse, la température de l'eau bouillante, et que le vase soit parfaitement bouché. M. Appert employait, dans le commencement, des bouteilles ou des bocaux de verre qu'il était difficile de fermer exactement, surtout quand leurs ouvertures étaient grandes; mais aujourd'hui on emploie avec beaucoup d'avantage des boîtes cylindriques de fer-blanc qu'on ferme à la soudure, après y avoir mis la substance à conserver. Ce procédé est surtout utile pour les substances animales qui demandent beaucoup plus de précautions que les substances végétales. Les boîtes de fer-blanc présentent encore un autre avantage; c'est qu'on peut connaître, sans les ouvrir, si la substance qu'elles renferment est en bon état. En effet, si on les ferme à une température un peu élevée, qu'on les plonge dans l'eau bouillante ou dans sa vapeur, et qu'on les porte ensuite dans un lieu frais, les fonds des boîtes se bomberont en dedans, à cause du vide qui s'y produit, et devront rester dans cet état; mais si la substance se corrompt, il s'en dégagera des fluides élastiques qui bomberont en dehors les fonds des boîtes. Le procédé de M. Appert est exécuté en manufacture à Londres, pour la conservation des viandes.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	749,82	+25,1	69	749,97	+25,6	70	749,91	+24,2	65	749,86	+21,0	77	+26,4	+18,2	Très-nuageux.	S. O. f.
2	753,68	+20,2	72	753,96	+21,5	57	754,19	+22,2	52	757,12	+17,0	67	+22,2	+16,2	Nuageux.	N. O.
3	761,68	+21,2	64	761,23	+23,5	53	760,51	+23,5	50	760,93	+17,5	64	+23,5	+11,7	Nuageux.	N.
4	761,65	+21,9	67	760,82	+25,6	52	759,70	+25,4	60	759,88	+22,4	80	+25,6	+10,5	Nuageux.	S. O.
5	759,16	+25,1	65	758,95	+27,6	51	756,89	+28,0	50	754,70	+20,2	62	+28,0	+16,2	Légers nuages.	S. E.
6	752,33	+24,7	64	751,70	+27,4	53	752,66	+21,7	76	753,22	+16,2	85	+27,7	+16,0	Quelques éclaircies.	S.
7	754,49	+14,5	85	754,35	+18,5	70	753,95	+20,0	60	755,95	+14,2	84	+20,0	+11,9	Nuageux.	O. N. O.
8	756,58	+15,2	79	756,20	+18,2	64	755,63	+16,0	69	755,10	+13,0	82	+18,2	+ 8,7	Très-nuageux.	O.
9	751,22	+16,5	70	749,82	+17,7	60	747,84	+18,0	55	745,84	+10,0	85	+18,1	+ 8,2	Très-nuageux.	O.
10	747,59	+12,5	82	748,80	+15,7	62	750,21	+14,9	68	753,50	+10,2	82	+15,7	+10,2	Nuageux.	N.
11	755,54	+11,6	80	755,40	+14,5	66	755,35	+13,4	71	757,07	+11,4	81	+14,5	+ 7,5	Très-nuageux.	O.
12	758,58	+14,0	75	758,37	+17,0	58	758,52	+16,2	62	759,89	+11,5	82	+17,0	+ 9,7	Très-nuageux.	O.
13	761,67	+14,7	80	761,40	+18,0	59	761,66	+17,2	60	763,70	+12,6	84	+18,0	+ 8,1	Nuageux.	N. O.
14	766,11	+14,4	80	765,59	+17,9	60	764,52	+18,7	56	763,08	+12,7	70	+18,7	+ 8,6	Nuageux.	N.
15	758,88	+17,7	67	756,90	+20,6	54	754,42	+20,9	50	751,98	+14,9	67	+20,9	+ 7,6	Légères vapeurs.	S. O.
16	751,22	+13,7	85	751,10	+18,2	69	751,60	+16,5	72	752,62	+11,7	79	+18,2	+11,7	Couvert.	S. O.
17	757,14	+12,5	79	760,22	+15,0	55	761,35	+12,2	56	764,15	+ 9,2	79	+15,2	+ 8,7	Nuageux.	N. O.
18	764,10	+14,6	79	763,22	+17,4	60	762,13	+18,5	52	761,57	+12,9	74	+18,5	+ 5,7	Couvert.	O.
19	759,37	+12,7	86	758,15	+17,0	76	755,83	+19,5	62	754,63	+12,0	74	+19,5	+10,7	Couvert.	S.
20	751,18	+14,6	73	750,48	+20,0	59	749,51	+21,5	59	749,48	+16,5	79	+21,5	+ 8,5	Vaporeux.	S. E.
21	747,11	+17,5	82	747,53	+24,0	65	748,37	+19,5	85	750,74	+15,8	85	+24,0	+14,2	Couvert.	S fort.
22	751,45	+15,0	85	750,57	+14,9	85	750,82	+13,9	85	753,10	+12,2	84	+15,0	+12,2	Pluie continuelle.	O.
23	753,61	+16,7	78	752,61	+19,1	64	751,30	+19,5	61	751,35	+14,3	84	+19,5	+ 9,7	Légers nuages.	S. S. E. f.
24	751,27	+15,1	90	751,50	+18,9	75	751,27	+17,2	80	750,12	+15,2	98	+18,9	+14,0	Eclaircies.	S. O.
25	749,07	+15,9	90	747,85	+17,0	87	745,15	+19,2	73	744,02	+15,7	100	+19,2	+13,5	Couvert.	S.
26	751,00	+16,2	76	752,20	+17,1	67	751,81	+17,5	58	752,11	+13,0	90	+17,5	+12,2	Nuageux.	S. O.
27	750,29	+16,0	81	749,90	+19,4	63	749,00	+20,0	56	749,50	+15,4	86	+20,0	+11,0	Nuageux.	S.
28	750,06	+17,5	78	749,56	+19,6	63	748,48	+20,6	52	748,13	+15,0	76	+20,6	+12,7	Légers nuages.	S. E.
29	748,80	+18,7	74	748,94	+21,2	65	748,15	+22,6	64	746,60	+18,6	82	+22,6	+12,4	Nuageux.	S. E.
30	746,93	+16,5	84	746,42	+20,1	74	746,19	+19,2	69	746,94	+13,5	86	+20,1	+13,5	Quelques éclaircies.	S.
1	754,82	+19,7	72	754,58	+22,1	59	754,15	+21,4	60	754,61	+16,2	77	+22,5	+12,8	Moyennes du 1 au 10.	
2	753,38	+14,0	78	758,08	+17,6	62	757,49	+17,5	60	757,82	+12,5	77	+18,2	+ 8,7	Moyennes du 11 au 20.	
3	749,96	+16,5	82	749,71	+19,1	71	749,05	+18,9	68	749,26	+14,9	87	+19,7	+12,5	Moyennes du 21 au 30.	
	754,39	+16,7	77	754,12	+19,6	65	753,56	+19,2	63	753,89	+14,5	80	+20,2	+11,3	Moyennes du mois + 15,7.	

MÉMOIRE

Sur le Cyanogène et sur l'Acide hydrocyanique.

PAR M. VAUQUELIN.

M. GAY-LUSSAC, dans son beau travail sur le cyanogène et l'acide hydrocyanique que tout autre moins instruit que lui aurait regardé comme achevé, s'apercevant qu'il restait encore des expériences à faire pour lui donner le degré de perfection dont il est susceptible, engage les chimistes à s'en occuper.

C'est pour remplir en quelque sorte le desir de notre confrère, que j'ai entrepris les recherches dont je vais faire connaître les résultats.

Quoique j'aie trouvé la route frayée et facile à suivre, je suis cependant loin de prétendre l'avoir parcourue toute entière ; il reste encore à découvrir beaucoup de sentiers latéraux avec lesquels cette route a des embranchemens ; mais cela viendra avec le temps.

De l'Altération qu'éprouve, à la longue, le cyanogène dissous dans l'eau.

Je commence mon Mémoire par cet objet, parce que c'est de la connaissance exacte de l'altération du cyanogène par l'eau que dépend l'explication d'une foule de phénomènes qu'il présente, ainsi que l'acide hydrocyanique dans leur action sur les autres corps.

L'on sait que le gaz dont il s'agit est soluble dans environ quatre fois et demie son volume d'eau ; que sa

dissolution est acide, et a une odeur et une saveur fort piquantes.

Cette dissolution, récemment préparée, n'a pas plus de couleur que l'eau; mais, au bout de quelques jours, elle se colore en jaune léger, puis en brun, enfin dépose une matière de la même couleur.

Lorsque ces changemens sont arrivés, l'odeur a beaucoup diminué; elle ne paraît plus être entièrement la même qu'auparavant; on croit y reconnaître celle de l'acide hydrocyanique. Ce qui paraît encore annoncer qu'il s'est vraiment formé de l'acide hydrocyanique, c'est le développement de l'ammoniaque que la potasse produit dans cette liqueur.

Cependant, lorsqu'on met cette liqueur avec de la limaille de fer, elle ne forme point de bleu de Prusse comme avec l'acide prussique pur; mais nous en verrons la raison plus bas.

Si cette liqueur ainsi altérée est mise avec de la limaille de fer et quelques gouttes d'acide acétique, il ne se forme pas de bleu de Prusse; mais en ajoutant à la liqueur séparée du fer, de l'acide sulfurique étendu, à l'instant il se produit du bleu de Prusse.

Quand avec le mélange de limaille de fer et de dissolution aqueuse de cyanogène altéré on met de l'acide sulfurique, il se produit sur-le-champ du bleu de Prusse; mais s'il y a excès de fer, celui-ci s'unit peu à peu à l'acide sulfurique, et le bleu disparaît; et il reparaît de nouveau par l'addition d'une certaine quantité d'acide sulfurique.

Il semblerait d'abord que ce n'est pas l'eau qui occasionne, dans le cyanogène, la décomposition dont nous

venons de parler; car l'alcool à 40°, qui en dissout huit fois son volume, lui fait subir le même changement: cependant j'ai remarqué qu'à mesure que l'alcool s'approchait de la siccité parfaite, son action sur le cyanogène diminuait : il est certain que, dans l'éther sulfurique rectifié, il ne se colore pas, quoiqu'il s'y dissolve abondamment et promptement.

Si à la dissolution éthérée de cyanogène l'on ajoute de l'eau et que l'on agite l'un avec l'autre, l'eau, après s'être séparée de l'éther, se colore d'une manière très-prononcée, et l'éther lui-même se colore légèrement, mais plus tard.

Cette expérience me paraît prouver clairement que l'eau est la cause efficiente des altérations que subit le cyanogène qui y est dissous.

En agitant ainsi de l'eau avec une dissolution éthérée de cyanogène, elle enlève une partie de ce dernier à l'éther, et en même temps l'éther absorbe une petite quantité d'eau qui, agissant sur le cyanogène dissous par l'éther, colore ce dernier.

Si l'on soumet à la distillation l'eau dans laquelle le cyanogène a éprouvé les changemens dont nous venons de parler, le produit qu'on obtient est alcalin; il précipite les dissolutions de plomb et de mercure; il répand une forte odeur d'acide hydrocyanique, et donne du bleu de Prusse avec le sulfate acide de fer. Il précipite l'eau de chaux en flocons : cette liqueur contenait donc de l'hydrocyanate d'ammoniaque et du carbonate de la même base.

Le résidu de cette distillation est une liqueur tenant en suspension une matière brune très-divisée : éclaircie

par le repos et évaporée doucement, cette liqueur a fourni des cristaux parmi lesquels il y en avait quelques-uns de jaunâtres. Ces cristaux ont une saveur fraîche et piquante : mis sur un fer rouge, ils se boursoufflent, s'évaporent en fumée, en laissant une légère trace charbonneuse ; mais ils ne s'enflamment pas ; l'acide sulfurique n'en dégage point de vapeur sensible ; cependant l'ammoniaque placée à une petite distance du mélange fait naître des fumées blanches : jetés sur un charbon ardent, ils ne le font pas brûler, comme ferait un nitrate.

La dissolution de ce sel précipite le nitrate d'argent et l'acétate de plomb en flocons blancs solubles dans l'acide nitrique ; elle produit un trouble dans la solution de nitrate de baryte, qui disparaît par l'addition de l'acide nitrique : triturée avec la potasse caustique, elle exhale une forte odeur d'ammoniaque ; mêlée au sulfate de fer, cette dissolution ne produit point de bleu de Prusse, même après y avoir mêlé de la potasse ; cependant l'acide muriatique, un peu affaibli, dégage de ce sel l'odeur de l'acide hydrocyanique, odeur qui n'est point trompeuse ; car un papier sur lequel on avait mis de l'oxide de fer, exposé pendant quelque temps à cette vapeur, est devenu bleu lorsqu'on l'a plongé dans l'acide sulfurique faible.

Il suit de ces expériences que le sel dont il s'agit a l'ammoniaque pour base ; mais quel est l'acide qui en fait l'autre élément ? J'avais d'abord soupçonné que c'était l'acide nitrique ; mais les expériences que j'ai faites pour le démontrer n'ont pu réaliser ce soupçon ; en sorte que je pense que c'est un acide particulier et nouveau qui s'est formé dans cette opération : la petite

quantité que j'ai obtenue de ce sel ne m'a pas permis d'en isoler l'acide et d'en étudier les propriétés plus en détail.

L'on voit donc que, par la décomposition du cyanogène dissous dans l'eau, il se produit trois acides, l'un à l'aide de l'hydrogène, les deux autres à l'aide de l'oxigène et de l'ammoniaque, qui les sature.

La quantité d'hydrogène qui forme l'acide hydrocyanique et l'ammoniaque ne met pas assez d'oxigène en liberté pour convertir en acide tout le carbone et l'azote qui restent : voilà pourquoi il y a une portion de matière brune qui se précipite pendant la décomposition du cyanogène.

Manière d'agir du cyanogène sur les oxides métalliques.

J'expose ici d'une manière générale l'action du cyanogène sur les oxides.

La manière d'agir du cyanogène liquide n'est pas la même pour tous les oxides ; mais les différences ne sont pas exactement appréciées.

Les oxides alcalins, par exemple, apportent, dans la constitution de cette substance, une altération profonde et subite dont les résultats sont probablement les mêmes que ceux qui ont lieu avec l'eau seule, à la différence près des résultats dépendant de la présence de l'alcali employé. Dans ce dernier cas, les phénomènes que nous avons signalés pour le cyanogène dissous dans l'eau simple sont rapides : la couleur brune se développe tout-à-coup ; mais il ne se forme pas de dépôt s'il y a excès d'alcali, parce que la matière qui produit ce dépôt dans l'eau est soluble dans l'alcali.

Les sels qui se forment ici par l'altération du cyanogène contiennent les mêmes acides ; mais ils doivent être à base de potasse ou de soude ; car l'ammoniaque qui est produite dans cette opération devient libre ; je ne crois pas qu'il se forme jamais de cyanures d'oxides.

J'ai constaté la présence de cette ammoniaque en introduisant dans un flacon profond la combinaison du cyanogène et de la potasse, et en suspendant, dans la partie restée vide du flacon, à plus de deux pouces du liquide, une bande de papier de tournesol rougi par un acide ; ce papier a bleui sur-le-champ, dans toutes ses parties, d'une manière très-intense : l'odeur que cette combinaison exhale et le produit de sa distillation prouvent la même chose.

Action de l'oxide rouge de mercure sur le cyanogène dissous dans l'eau.

Je cherche à savoir, par cette expérience, s'il se forme deux sels, et par conséquent deux acides.

Si l'on met du deutoxide de mercure dans une solution aqueuse de cyanogène, peu de temps après l'odeur de ce dernier s'évanouit, le volume de l'oxide diminue, la liqueur acquiert une saveur sensiblement mercurielle, et le mercure restant prend une teinte brunâtre.

En faisant évaporer dans une cornue la liqueur après qu'elle a perdu son odeur, l'on obtient : 1° un produit alcalin qui contient du carbonate d'ammoniaque ; 2° un sel qui cristallise en prismes carrés comme le cyanure de mercure ordinaire ; 3° un autre sel plus transparent que le premier qui cristallise en lames carrées, dont les arêtes sont quelquefois remplacées par des facettes, et

dont la saveur est fraîche et piquante d'abord, ensuite très-mercurielle.

Ce sel est plus soluble que le cyanure de mercure. Il se fond et se réduit en fumée sur un charbon ardent, *le cyanure décrépite ;* la potasse ne précipite rien de sa solution, propriété qui est commune au cyanure de mercure.

Le mercure qui n'avait pas été dissous contenait quelques traces de matière charbonneuse, mais beaucoup moins que si le cyanogène se fût décomposé seul dans l'eau ; ce qui paraît naturel ; car s'il s'est formé un cyanure, il a fallu nécessairement que l'oxigène du mercure qui est entré dans sa composition se soit uni à une autre portion de cyanogène ; ce qui a empêché la matière charbonneuse de se précipiter. Ce résidu, soumis au feu dans un tube de verre, a exhalé l'odeur de l'acide hydrocyanique ; il est devenu noir, et le peu de mercure qui restait s'est sublimé.

L'acide hydrochlorique mis sur ce sel en dégage une forte odeur d'acide hydrocyanique, et si, quelque temps après, on met de la potasse dans le mélange, il se forme un précipité blanc, et il se dégage de l'ammoniaque.

Il s'est donc formé deux sels dans cette opération, comme cela a lieu avec le chlore; mais ces sels diffèrent-ils par la nature de leur acide, ou n'y a-t-il d'autre différence que la présence de l'ammoniaque dans l'un d'eux ? Il semblerait naturel de penser qu'il s'est formé deux acides puisqu'il y a eu déplacement de l'oxigène du mercure, et que cet oxigène n'a pu se dégager ; mais comme il se forme de l'acide carbonique, il est possible que cet oxigène ait été employé à cette formation

cependant il y a eu aussi de l'eau décomposée ; car on trouve de l'ammoniaque dans le sel mercuriel, et l'acide muriatique ainsi que l'acide sulfurique dégagent du sel ammoniacal-mercuriel, de l'acide hydrocyanique ; ce qui n'arriverait pas avec l'acide cyanique : il reste donc incertain qu'il se soit formé ici deux acides.

Action de l'acide hydrocyanique sur l'oxide de cuivre hydraté.

J'examine ici la différence entre le prussiate simple de cuivre et le prussiate triple.

L'acide hydrocyanique mis en contact avec l'oxide de cuivre hydraté a perdu sur-le-champ son odeur ; sa combinaison a une couleur jaune légèrement verte, et cristallise sous la forme de petits grains.

Si avant qu'elle n'ait pris cet état cristallin on lave à l'eau bouillante, cette combinaison devient blanche. L'ammoniaque dissout cette matière sans se colorer, pourvu que le mélange soit privé du contact de l'air. Schéele avait remarqué ce fait. L'acide nitrique dissout ce prussiate de cuivre avec effervescence, et l'on croit avoir reconnu l'odeur de l'acide hydrocyanique, mêlée à celle du gaz nitreux. Le prussiate blanc de cuivre adhère à tous les corps comme s'il était mouillé, bien qu'il soit très-sec. Mis avec la potasse caustique, il devient jaune, ensuite brun, enfin gris d'ardoise.

Chauffé dans un tube, il a produit d'abord un acide qui a rougi le papier de tournesol qu'on y avait mis ; mais ensuite il s'est développé de l'ammoniaque qui a rétabli la couleur du tournesol ; le résidu avait une couleur brune ; sa dissolution dans l'acide hydrochlorique

était jaune, et elle précipitait sous la même couleur par la potasse caustique.

Le cuivre n'ayant pas une très-grande affinité pour l'oxigène, il semble d'abord naturel de penser que quand son oxide est en contact avec l'acide hydrocyanique, il y a décomposition et formation de cyanure de cuivre; cependant la couleur de celui-ci n'est pas rouge comme celle du prussiate de cuivre obtenu au moyen du prussiate de potasse ordinaire et du sulfate de cuivre. Ce dernier, il est vrai, contient du bleu de Prusse qui peut influer sur la couleur du cyanure simple de cuivre, qui paraît être jaune.

Une autre expérience semble contraire à cette manière de voir; la voici : le prussiate de cuivre ordinaire desséché autant qu'il est possible sans qu'il se décompose, et soumis à l'action de la chaleur dans un appareil fermé, a fourni des vapeurs d'hydrocyanate d'ammoniaque et de l'humidité. Ceci prouve que c'est un hydrocyanate de cuivre, ou que la combinaison retenait encore de l'humidité, malgré tout le soin qu'on avait mis à la sécher. Il faut cependant observer que ce prussiate de cuivre contenant du fer, l'acide hydrocyanique qui s'est développé pendant la distillation peut provenir de ce dernier, que nous regardons comme un hydrocyanate.

Sur le Prussiate de cuivre.

Le prussiate de cuivre a, comme on sait, une couleur rouge-pourpre, et occupe un grand volume quand il est humide; mais si on le met dans l'ammoniaque liquide,

il prend bientôt une couleur verte, perd son volume et devient comme cristallin.

L'ammoniaque qui a séjourné sur cette matière se colore à peine en vert, et ne contient qu'un atome de cuivre qu'on peut cependant y rendre sensible par l'hydrogène sulfuré : cette ammoniaque, étendue d'eau et conservée pendant quelque temps dans un vase fermé, dépose une matière orangée très-belle.

De l'eau mise sur la matière verte séparée de l'ammoniaque, lui rend à l'instant sa couleur rouge et son volume primitif : ces phénomènes se renouvellent autant de fois qu'on le desire.

Il paraît résulter de ces expériences, 1° que le prussiate de cuivre ordinaire est un hydrate très-prononcé; 2° que cet hydrate est décomposé par l'ammoniaque, qui, s'emparant de son humidité, lui fait perdre son volume ; 3° que la couleur rouge de cette substance est due à la présence de l'eau, et que la couleur verte-jaunâtre que lui fait prendre l'ammoniaque est sa couleur naturelle.

Il est remarquable que l'ammoniaque n'agisse que sur l'humidité de cette combinaison, et ne touche pas du tout à ses autres élémens.

L'ammoniaque dissout, au contraire, très-bien le prussiate simple de cuivre.

Action du cyanogène sur le fer oxidé.

Je cherche par là si le bleu de Prusse est un cyanure ou un hydrocyanate de fer.

D'après les explications que nous avons données précédemment, il ne nous sera pas difficile de comprendre

la manière dont le cyanogène se comporte avec le fer oxidé, ni même avec le fer métallique ; mais exposons les phénomènes. L'oxide de fer hydraté vert, étant avec une solution de cyanogène, ne tarde pas à prendre une teinte brune dont l'intensité augmente successivement ; cependant il arrive un moment où il prend une couleur verte sombre.

Si, après que le cyanogène a perdu son odeur, ce qui n'est pas long, on décante la liqueur qui surnage l'oxide de fer, on lui trouve une légère odeur d'acide hydrocyanique, et l'on retire par la distillation de l'hydrocyanate d'ammoniaque, plus un peu de carbonate de la même base.

Si, d'une autre part, on met de l'acide sulfurique sur l'oxide de fer restant, la plus grande partie se dissout ; ce qui reste est du bleu de Prusse, dont la couleur est verdâtre. Enfin, si on met de l'acide sulfurique dans le mélange avant d'en séparer la liqueur, la quantité de bleu de Prusse est plus considérable, parce qu'il se décompose de l'hydrocyanate d'ammoniaque dont l'acide se porte sur le fer.

Il est évident, ce me semble, que, dans cette expérience, le cyanogène a subi les mêmes changemens que s'il eût été dans l'eau seule, mais seulement avec plus de rapidité ; il a de même formé de l'ammoniaque, de l'acide carbonique et de l'acide hydrocyanique, qui, au lieu de s'unir exclusivement à l'ammoniaque, s'est partagé entre cet alcali et l'oxide de fer.

La matière charbonneuse que nous avons remarquée ailleurs s'est également déposée ici ; c'est elle qui donne à l'oxide de fer la teinte brune qu'il présente : il est

probable que l'acide particulier que nous avons indiqué ailleurs se forme aussi dans cette opération ; mais nous n'avons pas pu le reconnaître.

Action du cyanogène sur le fer métallique.

En suivant l'action du cyanogène dissous dans l'eau sur le fer métallique, l'on remarque les effets suivans : 1° la liqueur perd promptement son odeur si on l'agite continuellement avec le fer ; elle prend une couleur jaune-verdâtre qui passe peu à peu au brun foncé ; 2° au bout de vingt-quatre heures, la liqueur a entièrement perdu son odeur ; mais elle a acquis une saveur piquante et légèrement atramentaire ; 3° une portion de cette liqueur exposée à l'air dans une capsule a fourni, par évaporation lente, des cristaux qui ressemblaient aux barbes de plumes, et avaient une saveur piquante ; 4° de l'acide hydrocyanique mêlé à une portion de la liqueur ci-dessus lui a fait prendre une couleur cramoisi qui est devenue pourpre quelque temps après.

Quoiqu'on n'ait pu démontrer la présence du fer dans cette liqueur par le moyen des réactifs, elle en contient cependant une petite quantité ; car, évaporée et calcinée dans un creuset de platine, elle a laissé un résidu qui, redissous dans l'acide hydrochlorique, a donné de l'oxide de fer par l'ammoniaque.

Si avant d'avoir laissé parcourir au cyanogène tous les périodes que nous venons d'énumérer, on filtre la liqueur dès qu'elle a perdu son odeur, et avant qu'elle n'ait acquis de la couleur, elle contient du fer en quantité sensible ; il se manifeste, au moyen de la noix de galle, par une belle couleur pourpre qui devient vio-

lette : les acides n'y produisent aucun effet. Mais si auparavant on y met de la potasse, il se forme du bleu de Prusse, parce qu'il s'est formé de l'acide hydrocyanique.

Si l'on abandonne à elle-même la solution filtrée du fer dans le cyanogène, au bout d'un certain temps, elle se trouble, dépose une matière jaune, devient légèrement alcaline et répand l'odeur de l'hydrocyanate d'ammoniaque; et en effet, la liqueur présente tous les caractères de l'hydrocyanate d'ammoniaque. L'on n'y retrouve plus de fer, parce qu'il s'est précipité avec une partie de l'acide hydrocyanique, à mesure que celui-ci s'est formé; ce qu'on démontre en mettant sur le dépôt jaune lavé de l'acide sulfurique étendu : il devient bleu sur-le-champ.

Le fer sur lequel le cyanogène a séjourné, ainsi que nous venons de le dire, est brun; mais si on le met dans l'acide sulfurique étendu, il se dissout et laisse déposer du bleu de Prusse qui est un peu vert.

Il n'est pas douteux que le cyanogène n'ait éprouvé ici encore les mêmes changemens qu'avec l'eau seule; mais de quelle manière se sont-ils opérés? Cela n'est pas trop facile à apercevoir : cependant il semble, au premier coup d'œil, assez naturel de penser que le fer décompose l'eau en absorbant son oxigène, et que le cyanogène s'empare de l'hydrogène naissant pour former l'acide hydrocyanique; ce qui donne naissance à de l'hydrocyanate d'ammoniaque et de fer.

Mais tout en admettant la décomposition de l'eau par le fer, il faut convenir en même temps que le cyanogène la décompose aussi, puisqu'on retrouve dans la liqueur de l'acide carbonique et un acide particulier

qui n'ont pu être formés que par l'oxigène de l'eau. Ce qu'il y a de certain, c'est que le fer métallique, aussi-bien que le fer oxidé, a accéléré singulièrement la décomposition du cyanogène, probablement en agissant sur ce dernier comme un léger alcali, à mesure qu'il s'oxide.

Action de l'acide hydrocyanique sur le fer.

L'acide hydrocyanique étendu d'eau, mis en contact avec du fer dans une cloche au-dessus du mercure, a donné promptement naissance à du bleu de Prusse, et en même temps il s'est dégagé du gaz hydrogène; la plus grande partie du bleu de Prusse qui s'est formé dans cette opération est restée en dissolution dans la liqueur; il n'a paru que quand il a eu le contact de l'air; ce qui prouve que le bleu de Prusse au *minimum* est soluble dans l'acide hydrocyanique.

De l'acide hydrocyanique sec avec de la limaille de fer n'a subi aucun changement dans sa couleur ni dans son odeur; seulement le fer qui s'était agglutiné au fond du vase paraissait avoir pris une couleur brune.

Au bout de quelques jours, l'acide hydrocyanique, séparé du fer et mis dans une petite capsule sous une cloche, s'est bientôt évaporé sans laisser de résidu; ainsi il n'avait pas dissous de fer.

De l'acide hydrocyanique dissous dans l'eau, mis avec de l'hydrate de fer obtenu par la potasse et lavé à l'eau bouillante, a fourni sur-le-champ du bleu de Prusse sans addition d'acide; Schéele a fait mention de ce fait.

Quand l'acide hydrocyanique est en excès sur l'oxide

de fer, la liqueur qui surnage le bleu de Prusse prend, au bout de quelque temps, une couleur pourpre superbe : la liqueur, évaporée, laisse dans le vase des cercles bleus et des cercles de matière pourpre où l'on voit des cristaux de la même couleur. De l'eau mise sur ces matières, la couleur pourpre seule se dissout et donne à l'eau une très-belle teinte; celle qui ne se dissout pas est du bleu de Prusse qui avait été dissous dans l'acide hydrocyanique : quelques gouttes de chlore mises dans cette liqueur pourpre la font passer au bleu, et une plus grande quantité détruit entièrement la couleur. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que la potasse mise dans la liqueur ainsi décolorée n'en précipite rien.

On ne manquera pas de remarquer, par rapport à ces expériences, que l'acide hydrocyanique ne forme pas de bleu de Prusse directement avec le fer; mais que, par l'addition de l'eau, les circonstances restant toujours les mêmes, il se produit du bleu de Prusse.

L'on remarquera encore que le cyanogène uni à l'eau dissout le fer; ce qui est constaté par la saveur atramentaire qu'il acquiert, la disparition de son odeur, enfin, par le résidu qu'il laisse après son évaporation; et cependant il ne se forme pas de bleu de Prusse.

Ces premières expériences semblent déjà annoncer que le bleu de Prusse est un hydrocyanate, et non un cyanure.

Action du feu sur le bleu de Prusse.

Pour mettre le complément à notre conviction sur la nature du bleu de Prusse, il nous a paru nécessaire d'examiner ce dernier lui-même avec soin; et d'abord

nous allons exposer un phénomène qu'il nous a présenté lorsqu'on le *faisait sécher.*

Cette matière s'est enflammée à la manière du pyrophore, et a continué à brûler, jusqu'à ce qu'elle fût entièrement détruite, quoique le vase de platine où elle était contenue fût retiré du feu : pendant toute la durée de cette combustion il s'est dégagé de l'hydrocyanate d'ammoniaque, facile à distinguer à l'odeur; le résidu était de l'oxide rouge de fer.

L'ammoniaque et l'acide hydrocyanique qui se développent pendant toute la durée de la combustion du bleu de Prusse, prête encore un nouvel appui à l'opinion que nous avons émise plus haut, savoir : que cette substance est un hydrocyanate de fer.

Le prussiate de fer purifié par l'acide sulfurique et desséché autant qu'il est possible, a été distillé dans une cornue. Peu de temps après que l'opération fut commencée, on aperçut des gouttelettes d'eau condensées dans le col de la cornue; ensuite, lorsque la chaleur fut plus forte, parut une vapeur blanche qui se condensa en cristaux aiguillés.

Le gaz développé pendant cette opération fut reçu, à diverses époques, dans quatre cloches de même grandeur. Le premier produit, mêlé à une dissolution de potasse, a diminué d'un tiers environ de son volume; les deux tiers, non absorbables par cet alcali, ont brûlé avec une flamme bleue, et le produit de leur combustion précipitait l'eau de chaux.

La potasse qui avait servi à cette opération ne faisait pas sensiblement effervescence avec les acides; cependant elle a troublé légèrement l'eau de chaux, et elle

a formé de très-beau bleu de Prusse avec le sulfate acide de fer ; ce qui prouve que le gaz qu'elle avait absorbé était pour la plus grande partie de l'acide hydrocyanique.

Le 2me produit gazeux, agité avec de l'eau, a perdu la moitié de son volume, et cette eau avait acquis l'odeur et la saveur de l'acide hydrocyanique d'une manière très-marquée ; elle bleuissait le papier de tournesol rougi par un acide, et elle formait du bleu de Prusse avec le sulfate acide de fer : c'était donc de l'hydrocyanate d'ammoniaque que l'eau avait dissous.

Le gaz non absorbable par l'eau brûlait aussi avec une flamme bleue, et le produit de sa combustion troublait fortement l'eau de chaux.

Les parois de la troisième cloche se sont recouvertes d'une matière jaune qui avait l'apparence d'une huile, et qui est soluble dans la potasse. L'eau n'a absorbé qu'un quart de ce gaz ; elle s'est colorée en jaune ; elle est devenue alcaline, et a acquis une saveur très-prononcée d'acide hydrocyanique ; elle a produit beaucoup de bleu de Prusse avec le sulfate acide de fer. Le gaz insoluble était de même nature que les précédens.

On a dissous dans l'eau le sel qui s'était sublimé dans le col de la cornue pendant la dissolution du bleu de Prusse : il avait une forte odeur d'ammoniaque. Sa dissolution était très-alcaline ; elle faisait effervescence avec les acides, et ne formait pas de bleu de Prusse avec le sulfate acide de fer : c'était donc du carbonate d'ammoniaque pur. Il semble, d'après cette expérience, que l'hydrocyanate d'ammoniaque est plus volatil que le carbonate.

Le résidu de la distillation était légèrement attirable à l'aimant ; il s'est dissous sans effervescence dans l'acide hydrochlorique, et sa dissolution était précipitée en brun verdâtre par la potasse. Après l'action de l'acide hydrochlorique, il est resté une petite quantité de bleu de Prusse qui avait échappé à la décomposition.

Les résultats que nous a fournis la décomposition du bleu de Prusse par le feu annoncent évidemment qu'il contient de l'oxigène et de l'hydrogène ; mais ces deux corps font-ils partie essentielle du bleu de Prusse, ou proviendraient-ils de l'eau retenue par ce dernier ? C'est ce qu'il faut examiner pour pouvoir prononcer sur la nature du bleu de Prusse.

Sans assurer qu'il soit possible de dessécher le bleu de Prusse parfaitement sans lui faire éprouver un commencement de décomposition, l'on peut avec quelque raison penser que le peu d'eau qui pourrait y rester ne résisterait pas à l'action du feu jusqu'à la fin de la décomposition du bleu de Prusse, époque où justement les produits contiennent le plus d'oxigène et d'hydrogène (1).

Cela doit donc nous déterminer à regarder le bleu de

---

(1) Ayant décomposé réciproquement des quantités convenables de sulfate de fer et de prussiate de potasse dissous dans l'eau, j'ai obtenu un beau bleu dont j'ai rempli un flacon dans lequel j'avais mis de la limaille de fer.

La couleur bleue a pris, au bout d'environ un mois, une teinte verdâtre ; à celle-ci, plus d'un mois après, a succédé une couleur blanche sale. Lorsque la couleur parut stationnaire, j'en décantai une portion dans un verre où elle ne tarda pas à prendre une couleur verdâtre, laquelle est de-

Prusse comme un hydrocyanate, et l'oxigène et l'hydrogène qu'il fournit pendant sa décomposition comme appartenant à l'acide hydrocyanique et au fer.

Si, d'une autre part, nous considérons la grande affinité du fer pour l'oxigène, nous aurons peine à croire qu'au moment où il se forme du bleu de Prusse par le contact de l'acide hydrocyanique et de l'oxide de fer hydraté, celui-ci cède son oxigène à l'hydrogène de l'acide, qui y tient lui-même fortement. Enfin, si nous envisageons la décomposition de l'eau par le fer et par

---

venue d'un beau bleu par l'addition de l'eau et l'agitation dans l'air.

Si le bleu de Prusse était un cyanure, on ne pourrait voir, dans le changement que lui a fait éprouver la limaille de fer, qu'un sous-cyanure, et l'on ne concevrait pas comment ce corps reprendrait sa couleur bleue par le contact de l'air.

Au lieu que l'on conçoit aisément que le fer ait enlevé une portion d'oxigène à l'hydrocyanate, et qu'il soit passé par là à l'état de proto-hydrocyanate de fer; il paraît que l'oxide qui s'est formé dans cette opération ne s'est point détaché du fer lui-même, sans quoi le bleu de Prusse aurait pris, par son exposition à l'air, une teinte plus ou moins verte; ce qui n'a pas eu lieu.

On ne peut pas supposer non plus que cette matière blanche soit un sous-hydrocyanate, parce que pour cela il aurait fallu qu'il se dégageât de l'hydrogène, et il ne s'en développe pas un atome. L'on pourrait, il est vrai, supposer que le fer, partageant l'oxigène avec celui qui entre dans la composition du bleu de Prusse, eût formé une combinaison qui fût un sous-proto-hydrocyanate; mais, par le contact de l'air, il aurait pris une teinte verte, et il est resté bleu.

le cyanogène lui-même, ainsi que nous l'avons prouvé plus haut, nous serons encore plus éloignés de croire que le bleu de Prusse est un cyanure.

Action du gaz hydrogène sulfuré sur le cyanogène.

Cette expérience tend à savoir s'il y a simple combinaison entre le cyanogène et l'hydrogène sulfuré, ou s'il y a décomposition réciproque.

Desirant étudier l'action qu'exerceraient entre eux l'acide hydrosulfurique et le cyanogène, je les ai mêlés, au-dessus du mercure, en des volumes égaux. Je n'ai aperçu, même au bout de plusieurs jours, aucun phénomène qui annonçât une combinaison ou une décomposition, le volume étant resté le même.

Mais ayant mis ce mélange en contact avec une quantité d'eau insuffisante pour dissoudre le cyanogène, il y a eu une absorption prompte; la liqueur a pris une couleur jaune de paille qui a passé peu à peu au brun, et presque tout le gaz a disparu; il n'est resté qu'un volume infiniment petit d'azote provenant du cyanogène décomposé.

La liqueur qui tenait les deux gaz en solution n'avait point d'odeur; sa saveur était d'abord piquante, et ensuite extrêmement amère; elle n'était pas sensiblement acide : *chose fort remarquable*, mêlée à une dissolution de sulfate de fer, elle n'y a produit aucun effet. La potasse ajoutée à ce mélange y a occasionné un précipité jaune-verdâtre qui, repris par l'acide sulfurique, a laissé une petite quantité de bleu de Prusse.

La même liqueur, mise dans une solution d'acétate de

plomb, n'y a opéré aucun changement; mais la potasse caustique en excès a formé, dans ce mélange, un précipité jaune qui bientôt a passé au noir : ce précipité était du sulfure de plomb, et le liquide qui le surnageait a donné du bleu de Prusse avec le sulfate de fer. Le même effet a eu lieu sans le concours de la potasse, mais très-lentement.

Cette liqueur, qui ne précipitait ni l'acétate ni le nitrate de plomb, précipitait sur-le-champ le nitrate d'argent en flocons bruns, et en même temps l'odeur du cyanogène redevenait extrêmement forte. La même chose avait lieu avec le muriate d'or, à l'exception que le cyanogène ne redevenait pas sensible.

La combinaison dont il s'agit, renfermée dans un flacon sans air, se colore de plus en plus avec le temps, et dépose une matière brune qui m'a semblé analogue à celle produite par le cyanogène dissous dans l'eau simple. Alors cette combinaison a une odeur sensible d'*acide hydrocyanique*, et précipite plus promptement l'acétate de plomb que quand elle est nouvellement préparée.

Comment peut-on considérer cette liqueur ?

Est-ce comme une simple combinaison de cyanogène et d'acide hydrosulfurique ? Les expériences rapportées plus haut ne permettent guère d'admettre cette supposition.

Est-ce comme de l'acide hydrocyanique tenant en dissolution du soufre résultant de la décomposition réciproque des deux gaz ? Cela paraît plus vraisemblable; car, en supposant que cette liqueur ne fût qu'une combinaison simple des deux gaz, il semble que l'hydrogène sulfuré ne devrait pas perdre sa faculté d'agir sur les sels

de plomb. Mais, dans l'hypothèse où l'hydrogène sulfuré aurait été décomposé, et qu'il se fût formé de l'acide hydrocyanique tenant du soufre en dissolution, comment celui-ci ne se manifeste-t-il pas par son odeur, et comment d'ailleurs expliquer la régénération de l'hydrogène sulfuré et du cyanogène par la dissolution de plomb à laquelle on ajoute de la potasse? Cependant, si on voulait se contenter d'une explication un peu vague, on la trouverait dans l'affinité du cyanogène pour la potasse, dans celle de l'hydrogène pour l'oxigène du plomb, d'où résulterait du cyanure de potasse et du sulfure de plomb.

Dans l'espoir de donner quelque vraisemblance à cette explication, j'ai mis avec de l'acide hydrocyanique du soufre très-divisé; mais il ne s'est manifesté aucune action entre ces deux corps : l'acide n'a point changé de couleur ni d'odeur. Il est vrai qu'ici le soufre, quelque divisé qu'il puisse l'être mécaniquement, ne l'est jamais autant que celui qui serait précipité de l'hydrogène sulfuré, et cette expérience, simplement négative, ne peut détruire l'hypothèse que nous avons émise.

La décomposition immédiate du nitrate d'argent par cette singulière liqueur ne serait pas plus difficile à concevoir; il suffirait d'admettre dans l'argent une affinité plus grande pour le soufre, et moins grande pour l'oxigène que dans le plomb; supposition qui n'est pas contraire à ce que l'on sait à cet égard : alors l'acide hydrocyanique serait décomposé, son hydrogène s'unirait à l'oxigène de l'argent, et celui-ci au soufre, et le cyanogène redeviendrait libre; ce qui a lieu, en effet : au reste, je crois que les phénomènes que présente la

liqueur qui nous occupe s'expliquent aussi bien, en admettant entre le cyanogène et l'hydrogène sulfuré une simple combinaison qui a cependant cela de remarquable que les élémens qui la composent perdent entièrement leur acidité ; ce qui ne s'est pas encore vu pour les autres corps acides.

Action de l'oxide de mercure sur le prussiate triple de potasse.

On prouve par cette opération qu'il se forme un sel quadruple.

La potasse ne paraît apporter aucun changement à l'état du cyanure de mercure ; mais l'oxide rouge de mercure, au contraire, décompose promptement le prussiate de potasse ; ce qui est prouvé par la dissolution de l'oxide de mercure, par le dépôt ferrugineux qui a lieu, par l'alcalinité que prend la liqueur, et par le sous-carbonate de potasse que l'on obtient par évaporation lente.

Cette action de l'oxide de mercure sur le prussiate de potasse est assez singulière; d'abord, quelle que soit la quantité d'oxide de mercure employé, il n'y a pas de décomposition complète : le fer lui-même qui entre dans la composition du sel n'est pas entièrement séparé par le mercure ; il en reste qu'on peut démontrer au moyen des acides ; enfin, il se forme un sel quadruple qui a ses propriétés particulières. Le fer qui, dans cette opération, se précipite sous une couleur jaune-rougeâtre n'est pas de l'oxide de fer pur ; car, après avoir été bien lavé, il donne du bleu de Prusse par le contact de l'acide hydrochlorique.

Ce fer ne se sépare pas non plus en une seule fois : de nouvelles quantités se précipitent pendant l'évaporation et la cristallisation du nouveau sel.

Il est donc certain que le deutoxide de mercure, en agissant sur le prussiate de potasse, ne fait qu'en séparer une portion de potasse et de sous-hydrocyanate de fer, auxquels il se substitue pour en remplir les fonctions auprès de la potasse.

L'on sait que l'oxide de fer, en unissant son action à celle de l'acide hydrocyanique, contribue à la neutralisation de la potasse dans le prussiate de cette base; car l'acide hydrocyanique seul ne peut jamais neutraliser parfaitement les alcalis, quelle que soit sa quantité.

La présence du mercure rend aussi plus forte et plus durable la combinaison de l'acide hydrocyanique avec les alcalis, puisque le sel triple qui en résulte ne donne aucun signe d'alcalinité ni d'acidité; tandis que, dans la combinaison simple de l'acide hydrocyanique et de la potasse, les deux élémens sont sensibles, l'un par sa saveur, l'autre par son odeur.

Action du soufre sur le cyanure de mercure.

On cherche à connaître l'affinité relative du soufre et du cyanogène sur le mercure.

Deux grammes de soufre et autant de cyanure de mercure, mêlés exactement et soumis à la chaleur, ont produit 280 centimètres cubes de gaz, dont les propriétés étaient les suivantes :

Il noircissait la solution d'acétate de plomb, et donnait naissance à de l'acide sulfureux par la combustion; il contenait donc de l'hydrogène sulfuré.

110 centimètres cubes de ce gaz mis en contact avec une dissolution de plomb ont été réduits à 60; mais le cyanogène étant soluble dans les 22 centièmes de son volume d'eau, et le volume de la dissolution d'acétate de plomb employé, représentant 10 centimètres cubes, 42 centimètres de cyanogène ont dû être absorbés; ainsi, 42 ajoutés aux 60 restant, forment un total de 102: 8 centimètres de gaz étranger ont donc été dissous par l'acétate de plomb.

110 centimètres de cyanogène contenant 8 de gaz étranger, les 280 obtenus de deux grammes de cyanure de mercure doivent en contenir 24; ce qui réduit le total du cyanogène à 260 centimètres.

Lorsqu'on mit de l'eau dans les cloches qui contenaient ce gaz, on remarqua quelques gouttelettes d'un liquide jaune qui avait l'apparence d'une huile et qui nageait sur l'eau : l'on observa aussi que les parois des cloches ne se mouillaient pas.

Dans une autre expérience où l'on n'employa que 2 décigrammes de soufre sur 2 grammes de cyanure de mercure, l'on n'obtint que 245 centimètres de ce gaz; ce qui prouve qu'indépendamment de l'hydrogène sulfuré, le cyanogène de l'expérience ci-dessus contenait encore quelqu'autre gaz.

Ce gaz ne noircissait pas la solution d'acétate de plomb; il ne contenait donc pas d'hydrogène sulfuré: on n'y a pas non plus reconnu d'acide sulfureux; mais il acquérait l'odeur de cet acide par la combustion. Le cyanogène peut donc contenir une petite quantité de soufre en solution gazeuse.

Nous observerons que quand le mélange de soufre et

de cyanure de mercure commença à chauffer, il se dégagea tout-à-coup, et comme par explosion, une grande quantité de gaz qui emporta avec lui une portion de sulfure de mercure dans le col de la cornue, et même jusque dans la cloche; ensuite le dégagement eut lieu plus lentement.

Après cette opération, l'on a trouvé, dans le col de la cornue, une très-petite quantité de soufre, du cinabre dont la couleur était pourpre, et un peu de mercure métallique; mais on n'a pas trouvé, du moins en quantité sensible, de cette matière charbonneuse que laisse constamment le cyanure de mercure distillé seul.

La raison pour laquelle il y avait ici du mercure métallique, c'est qu'apparemment, au commencement de l'opération où le gaz se développe avec une grande vitesse, une portion du soufre est mise en vapeur avant qu'elle n'ait le temps de s'unir au mercure.

Cette expérience prouve que le soufre décompose le cyanure de mercure à une température très-inférieure à celle où il est décomposé quand il est seul; et il me paraît possible, par ce moyen, en dosant convenablement le soufre, d'obtenir le cyanogène pur, et sans qu'aucune partie de ce corps soit décomposée.

Sur ce qui a lieu pendant la solution du cyanure de potasse dans l'eau.

Ici, l'on démontre que quand le cyanure de potasse se dissout dans l'eau, il y a formation d'ammoniaque.

De la corne râpée et calcinée avec quantité égale de sous-carbonate de potasse, jusqu'à ce que la matière fût fondue et rouge de feu, a produit de l'ammoniaque en

se dissolvant dans l'eau. Il est aisé de s'en convaincre en mettant la matière sèche et froide au fond d'un flacon, versant de l'eau dessus et suspendant dans le vide du flacon un papier de tournesol rougi par un acide; celui-ci devient bleu sur-le-champ.

Si, d'une autre part, on soumet à la distillation la solution de la matière dont il s'agit, l'on obtient de l'eau chargée d'ammoniaque pure qui dissout parfaitement l'oxide de cuivre, qui ne précipite pas l'eau de chaux, et qui ne donne pas de bleu de Prusse avec une solution acide de fer.

Pendant la calcination des matières dont nous avons parlé ci-dessus, surtout vers la fin de l'opération, lorsque la matière est fondue et rouge de feu, il s'élève du creuset une vapeur blanche qui a une saveur très-marquée d'acide hydrocyanique.

Cet acide existe-t-il tout formé dans la matière, au moment où il se volatilise, ou se forme-t-il par l'humidité de l'air qu'il traverse pour arriver à l'odorat ?

Si l'acide hydrocyanique était tout formé dans la matière fondue, il me semble qu'il ne se formerait pas d'ammoniaque quand la matière se dissout dans l'eau.

Il est d'autant plus vraisemblable que le cyanogène se convertit en acide hydrocyanique pendant son passage dans l'air, qu'il est accompagné par une certaine quantité de potasse qui est volatilisée par l'action du feu.

Observations sur la décomposition du cyanure de mercure par l'acide hydrocyanique.

L'on cherche un moyen plus simple pour obtenir l'acide hydrocyanique, soit pur, soit étendu, pour l'usage de la médecine.

En répétant les expériences de M. Gay-Lussac sur l'acide hydrocyanique, j'ai eu occasion de faire quelques remarques qu'il me paraît utile de noter ici.

La première est relative à l'action de l'acide hydrochlorique sur le cyanure de mercure.

En décomposant 10 grammes de ce sel avec 20 grammes d'acide hydrochlorique dans un appareil convenable pour condenser et recueillir l'acide hydrocyanique qui devait se développer, et à une température incapable de faire bouillir le mélange, je n'aperçus aucune trace d'acide hydrocyanique; alors je fis bouillir doucement pendant long-temps; mais malgré cette élévation de température, rien ne paraissant dans le récipient refroidi avec un mélange de glace et de sel, je présumai, comme M. Gay-Lussac l'a annoncé, que cet acide s'était condensé dans la partie de l'appareil où était placé le marbre; alors je fis chauffer, mais ce fut sans succès. Je ne trouvai, après plusieurs heures de travail, que quelques gouttes d'un liquide blanc, d'une odeur très-forte, que je pus à peine recueillir.

Si, d'après la composition du cyanure de mercure, tout l'acide hydrocyanique avait été dégagé dans notre opération, j'aurais dû en avoir au moins deux grammes et demi.

La matière restant dans la cornue devait être du chlorure de mercure ou sublimé corrosif, si les choses s'étaient passées comme on l'a annoncé; mais la cristallisation du sel qui eut lieu par le refroidissement de la liqueur m'ayant paru différente de celle du sublimé corrosif, je la soumis aux essais suivans :

1°. Ce sel se dissout dans l'eau beaucoup plus

promptement que le deutochlorure de mercure, et produit un refroidissement assez marqué.

2°. Sa dissolution donne par la potasse un précipité blanc, tandis qu'elle aurait produit un précipité jaune si ç'eût été du chlorure de mercure pur.

3°. Une certaine quantité du sel dont il s'agit, triturée avec une solution de potasse caustique, a blanchi tout-à-coup et a exhalé une forte odeur d'ammoniaque.

Ces propriétés prouvent que ce sel n'est pas du sublimé corrosif, mais une combinaison d'hydrochlorate d'ammoniaque et d'hydrochlorate de mercure, que l'on appelait autrefois *sel Alembroth*. Elles prouvent en même temps que, dans l'opération dont nous avons parlé, le cyanogène a été en partie décomposé, et que son azote s'est uni à l'hydrogène de l'acide hydrochlorique, ou à celui de l'eau, pour former de l'ammoniaque, et, par une suite nécessaire, de l'hydrochlorate ammoniaco-mercuriel. Dans la première supposition, il faudrait qu'il se fût déposé du charbon, et, dans la seconde, qu'il se soit formé de l'acide carbonique; mais ni l'un ni l'autre de ces deux effets n'a eu lieu; cependant la liqueur a pris une couleur légèrement brune.

M. Gay-Lussac n'a pas parlé de ce phénomène, parce que probablement ayant employé moins d'acide, il n'a pas eu lieu dans ses opérations; cependant, dans une autre expérience où j'ai employé 30 grammes seulement d'acide hydrochlorique, je n'ai obtenu qu'environ deux grammes d'acide hydrocyanique, ayant toutes les propriétés décrites par M. Gay-Lussac. Le résidu de l'opération contenait encore de l'hydrochlorate ammo-

niaco-mercuriel, quoique j'eusse conduit l'opération avec beaucoup de précaution.

Ce qu'il y a de singulier, c'est qu'ayant répété, quelque temps après, deux fois cette expérience, je n'ai point obtenu de sel triple d'ammoniaque et de mercure; je ne sais à quoi attribuer cette différence : cependant il serait possible que, dans les premières opérations où l'on disposait l'appareil la veille, le cyanure de mercure ayant resté long-temps en contact avec l'acide hydrochlorique avant d'être soumis à l'action de la chaleur, l'acide hydrocyanique ait éprouvé une décomposition.

Les observations que je viens de présenter relativement à ce qui se passe quelquefois entre l'acide hydrochlorique et le cyanure de mercure n'auraient pas un grand intérêt si elles n'étaient suivies d'un meilleur moyen pour obtenir cet acide.

Réfléchissant que le mercure attire puissamment le soufre, et que le cyanogène s'unit aisément à l'hydrogène quand on le lui présente dans un état convenable, j'ai pensé que l'hydrogène sulfuré réussirait pour décomposer à sec le cyanure de mercure; voici comment j'ai opéré : à travers le cyanure de mercure contenu dans un tube légèrement chauffé et communiquant à un récipient refroidi par un mélange de glace et de sel, j'ai fait passer du gaz hydrogène sulfuré qui se dégageait très-lentement d'un mélange de sulfure de fer et d'acide sulfurique étendu d'eau.

Dès que le gaz hydrogène sulfuré fut en contact avec le sel de mercure, celui-ci noircit, et cet effet se propagea jusqu'à l'autre extrémité de l'appareil. Pendant ce temps, aucune trace d'hydrogène sulfuré ne se fit sentir

à l'ouverture d'un tube placé sur le récipient, et qui lui servait, pour ainsi dire, de cheminée. Aussitôt que l'odeur de ce gaz commença à être sensible, on en arrêta le dégagement, et on fit chauffer le tube pour en expulser l'acide qui aurait pu y rester encore. L'appareil déluté, on trouva dans le récipient un fluide blanc qui jouissait de toutes les propriétés reconnues à l'acide prussique sec; il faisait à-peu-près le cinquième du cyanure de mercure employé.

Cette opération est plus facile, et fournit un plus grand produit que celle où l'on emploie l'acide hydrochlorique. Répétée plusieurs fois, elle m'a constamment réussi; seulement il faut avoir soin d'arrêter l'opération quelques instans avant que l'hydrogène sulfuré ne se fasse sentir, sans quoi l'acide hydrocyanique en serait mélangé : on peut cependant éviter cet inconvénient en plaçant à l'extrémité du tube un peu de carbonate de plomb.

Au reste, comme on n'a besoin de l'acide hydrocyanique sec que pour quelques recherches chimiques, et qu'on ne peut en faire usage en médecine où il commence à être employé, qu'étendu d'eau, je crois devoir rappeler aux pharmaciens un procédé qui appartient à M. Proust, et qui pourrait bien s'être échappé de leur mémoire; il consiste à faire passer, dans une dissolution saturée à froid de prussiate de mercure, un courant d'hydrogène sulfuré jusqu'à ce qu'il y en ait un excès; à enfermer le mélange dans un flacon, pour l'agiter de temps en temps; enfin, l'on filtre la liqueur.

Si l'acide hydrocyanique, comme cela arrive presque toujours, contient quelques traces d'hydrogène sulfuré,

ce dont on s'aperçoit à l'odeur, on y met, en l'agitant, un peu du carbonate de plomb en poudre, et on le filtre de nouveau.

Par ce procédé, l'on peut obtenir un acide hydrocyanique dans un état de concentration beaucoup plus grand qu'il n'est nécessaire pour l'usage médical : il a sur celui qui est sec l'avantage de se conserver longtemps sans altération, en prenant toutefois la précaution de le priver autant que possible du contact de l'air et de la chaleur.

Conclusion.

Il résulte du travail qui précède ;

1°. Que le cyanogène dissous dans l'eau se convertit en acide carbonique, en acide hydrocyanique, en ammoniaque et en un acide particulier qu'on pourra appeler *acide cyanique*, et en une matière charbonneuse, et cela en vertu des élémens de l'eau qu'il décompose. Les nouveaux composés dont il s'agit s'arrangent entre eux ainsi qu'il suit : l'ammoniaque sature les acides d'où résultent des sels ammoniacaux solubles, et la matière charbonneuse insoluble se dépose.

2°. Que l'altération que portent les alcalis proprement dits dans la constitution du cyanogène est absolument de la même nature que la précédente, c'est-à-dire, qu'il se forme de l'acide hydrocyanique, de l'acide carbonique, vraisemblablement de l'acide cyanique, de la matière charbonneuse et de l'ammoniaque, qui alors devient libre à cause de la présence des autres alcalis : voilà pourquoi, comme l'observe M. Gay-Lussac, la solution du cyanogène dans un alcali donne sur-le-

champ du bleu de Prusse avec la dissolution acide de fer.

3°. Que les oxides métalliques ordinaires produisent sur le cyanogène dissous les mêmes effets que les alcalis avec des vitesses différentes, suivant l'affinité que chacun d'eux exerce sur les acides qui se développent ; mais, dans ce cas, il se forme trois sels ou des sels triples, ainsi que nous en avons donné la preuve à l'article de l'oxide de fer et de l'oxide de cuivre ; que conséquemment le cyanogène, semblable, à cet égard, au chlore, ne peut se combiner directement aux oxides métalliques, et qu'il se forme un acide hydrogéné et des acides oxigénés, parce qu'il est composé et que le chlore est simple.

4°. Que le cyanogène peut dissoudre le fer sans qu'il se forme de bleu de Prusse, et sans qu'il y ait dégagement d'hydrogène; ce qui est prouvé par la belle couleur pourpre qu'y fait naître l'infusion de noix de galle ; mais comme dans la portion du fer qui n'est pas dissoute on trouve du bleu de Prusse, il n'est pas bien certain que le fer soit dissous par le cyanogène ; il est plus vraisemblable que c'est par l'acide cyanique : ainsi, dans ce cas, l'eau aurait été décomposée ; il se serait formé de l'acide hydrocyanique qui se porterait sur le fer, et de l'acide cyanique qui, également uni au fer, le tiendrait en dissolution : peut-être se forme-t-il aussi de l'ammoniaque et de l'acide carbonique.

5°. Que l'acide hyrocyanique forme directement, soit avec le fer, soit avec son oxide, du bleu de Prusse sans le secours ni des alcalis ni des acides ; que conséquemment le bleu de Prusse paraît être un hydrocyanate de fer

6°. Que toutes les fois que le cyanure de potasse est en contact avec l'eau, il se produit de l'ammoniaque qui se combine avec l'acide carbonique qui se forme en même temps ; d'où il suit qu'une grande quantité de cyanure de potasse ne peut donner qu'une petite quantité d'hydrocyanate, puisqu'une grande partie de cette substance est changée en ammoniaque et en acide carbonique.

7°. Il paraît résulter aussi de mes expériences que les métaux qui, comme le fer, ont la propriété de décomposer l'eau à la température ordinaire, ne forment que des hydrocyanates ; et que ceux qui ne décomposent pas ce fluide ne forment, au contraire, que des cyanures : au nombre de ces derniers sont l'argent et le mercure ; cependant il est possible que le cuivre fasse exception.

8°. Enfin, toutes mes expériences ne font que confirmer les beaux résultats obtenus par M. Gay-Lussac sur la composition du cyanogène et de l'acide hydrocyanique, en en étendant les conséquences.

Détails *historiques sur l'emploi du principe des forces vives dans la théorie des machines, et sur diverses roues hydrauliques.*

Par M. Navier, Ingénieur des Ponts et Chaussées.

Le Mémoire de M. Petit publié dans un des derniers Numéros des *Annales de Chimie*, en appelant l'attention sur les avantages qu'offre l'emploi du principe des forces vives dans la théorie des machines, tend à répandre des

notions très-utiles aux progrès de la mécanique-pratique. On marchera vers le même but, en rappelant ce qui a déjà été fait sur le même sujet, et tâchant de faire revivre des procédés et des résultats presque oubliés.

Pour trouver les premières notions exactes sur les effets des machines, il faut remonter aux écrits de Galilée, qui établit en principe qu'une puissance donnée ne pouvait produire, en un temps donné, qu'un effet déterminé, lequel avait pour mesure le produit du poids élevé, et de la hauteur à laquelle il était élevé. Il remarqua de plus que quand la puissance agissait par le moyen d'une machine, cette machine n'en altérait point l'effet, c'est-à-dire, qu'elle pouvait bien faire varier respectivement le poids et la hauteur, mais non la valeur du produit de ces deux quantités. Les mêmes notions ont été établies par Descartes; mais Galilée paraît avoir la priorité.

Elles suffisent pour former la théorie des machines, lorsqu'on les considère parvenues à un mouvement uniforme, et que les corps qui les composent, ou qui agissent sur elles, n'éprouvent point de variations dans leurs vitesses. Mais quand ces circonstances n'ont pas lieu, on ne peut plus juger des effets sans le secours d'un autre principe qui, d'après les variations survenues dans les mouvemens, donne le moyen de déterminer les puissances qui les ont produites, et réciproquement. Le premier principe qui ait pu remplir cet objet est celui de la conservation des forces vives, dû à Huyghens, et qui est l'extension à un assemblage de corps de cette proposition découverte par Galilée; qu'un corps pesant qui a descendu librement le long d'une courbe quelconque a

toujours acquis la même vitesse, quand la distance verticale qu'il a parcourue est la même.

Ce n'est point toutefois en faisant usage de ce principe, que Parent est parvenu aux résultats qu'il a donnés sur les roues à aubes (*Acad. des Sciences*, 1704). Ils sont uniquement fondés sur cette remarque, que l'effort sur les aubes variant avec la vitesse de la roue comparée à celle du courant, il devait y avoir une certaine relation de ces vitesses correspondante au *maximum* d'effet; et il trouve, en supposant l'effort proportionnel au carré de la vitesse relative, que la vitesse de l'aube doit être alors le $\frac{1}{3}$ de celle du fluide. Cette supposition étant à très-peu près conforme à la vérité, le résultat l'est aussi; mais la valeur absolue de l'effet *maximum* donnée par Parent est tout-à-fait inexacte, et on ne pourrait le connaître qu'en déterminant les quantités respectives de force vive que le fluide perd contre la roue, et conserve après avoir agi sur elle.

Le premier ouvrage où le principe des forces vives ait été appliqué à la théorie des machines est l'*hydrodynamique* de Daniel Bernouilly, publiée en 1738. Il établit sur cette matière des notions qui ont depuis été développées, mais au fond desquelles on a peu ajouté. Il montre surtout que, dans toutes les machines à élever l'eau, en faisant abstraction des frottemens, le poids de l'eau élevée, multiplié par la somme de la hauteur à laquelle on l'élève, et de la hauteur due à sa vitesse finale, est égal à la puissance employée à mouvoir la machine. Les machines où l'eau passe par des étranglemens font toutefois exception à cette règle, et D. Bernouilly les examine en particulier. Quant aux machines

mues par l'eau, il en établit la théorie à-peu-près de la même manière que Parent, et l'étend au cas où les ailes sont frappées obliquement, comme dans les moulins à vent. La remarque faite ci-dessus s'applique également à ses résultats.

Le point de vue sous lequel D. Bernouilly avait considéré les machines a été entièrement négligé dans les grands ouvrages de mécanique-pratique qui ont paru vers cette époque, tels que la *Physique* de Désaguliers, et l'*Architecture hydraulique* de Bélidor. Il l'a été aussi pendant long-temps par les savans eux-mêmes : Euler, dans les *Mémoires* qu'il a donnés sur la roue à réaction, la roue à force centrifuge et la vis d'Archimède, n'en a fait aucun usage.

Le premier ouvrage où l'on retrouve l'application du principe des forces vives aux machines, est un *Mémoire* de Borda *sur les roues hydrauliques* (*Acad. des Sciences*, 1767), qui ne contient pas dix-sept pages, et où la matière est presque épuisée. En adoptant les mêmes idées, Borda apporte un perfectionnement important à la manière de procéder de D. Bernouilly. Ce dernier avait reconnu qu'il y avait des cas où il fallait admettre des pertes de force vive pour obtenir le véritable mouvement du fluide; mais il estimait ces pertes d'une manière inexacte. Ainsi, m étant la masse d'un corps, v et v' ses vitesses avant et après un choc, D. Bernouilly supposait la force vive perdue par l'effet du choc égale à $m\,(v^2 - v'^2)$. Borda reconnut, d'après les lois du choc des corps, que la perte de force vive devait être exprimée par $m\,(v - v')^2$. Il établit en conséquence les théories de diverses machines, et en déduisit, comme corollaire général, « que

» l'effet est toujours proportionnel à la force vive re-
» présentée par la descente de l'eau, moins celle perdue
» par les chocs, et moins celle conservée par ce fluide
» après avoir agi sur la machine. » Dans un autre *Mémoire sur les pompes*, publié en 1768, Borda leur applique les mêmes principes, et donne, pour évaluer les effets des étranglemens, des formules plus exactes que celles de D. Bernouilly.

La même manière de calculer les machines et d'estimer les effets des chocs est adoptée par Coulomb, dans son *Mémoire sur les moulins à vent.* (*Acad. des Sciences*, 1781.)

Lorsque Daniel Bernouilly avait publié son *Hydrodynamique*, le principe des forces vives n'était point considéré comme rigoureusement démontré. Il l'était à l'époque des Mémoires de Borda et de Coulomb; mais ces Mémoires n'en contenaient que des applications particulières. Il restait donc à desirer sur ce sujet une théorie générale, au moyen de laquelle ce genre de considérations fût rattaché aux principes de la mécanique. Cet objet a été rempli par l'*Essai sur les machines en général*, de M. Carnot, dont la première édition a paru en 1783, et la dernière en 1803, sous le titre de *Principes fondamentaux de l'équilibre et du mouvement.* C'est dans cet ouvrage que ce savant, illustre à tant de titres, a démontré d'une manière générale le théorème qui porte son nom, sur l'évaluation de la perte de force vive résultant des chocs entre corps non élastiques; théorème que Borda et Coulomb avaient remarqué seulement dans un cas particulier. Il y pose en ces termes les principes d'après lesquels on doit former

les machines hydrauliques : « Pour faire la machine la » plus parfaite....., le vrai nœud de la difficulté con- » sisterait donc, 1° à faire en sorte que le fluide perdît » absolument tout son mouvement par son action sur la » machine, ou du moins qu'il ne lui en restât précisément » que la quantité nécessaire pour s'échapper après son » action; 2° à ce qu'il perdît tout ce mouvement sans » qu'il y eût aucune percussion, ni de la part du fluide, » ni de la part des parties solides entre elles; peu im- » porterait d'ailleurs quelle fût la forme de la ma- » chine, etc. » Plus loin, l'auteur ajoute : « Une autre » condition non moins importante est de faire en sorte » que les forces sollicitantes ne fassent naître aucun » mouvement inutile à l'objet qu'on se propose. Si mon » but, par exemple, est d'élever à une hauteur donnée » la plus grande quantité d'eau possible, soit avec une » pompe ou autrement, je dois faire en sorte que l'eau, » en arrivant dans le réservoir supérieur, n'ait préci- » sément qu'autant de vitesse qu'il lui en faut pour s'y » rendre; car toute celle qu'elle aurait au-delà consom- » merait inutilement l'effort de la puissance motrice. »

Cette manière d'envisager les machines et d'en former la théorie avait été adoptée par l'illustre auteur de la *Théorie des fonctions analytiques* : on la trouve indiquée avec une netteté et une précision admirables dans un passage qui forme l'avant-dernier article de cet ouvrage. Lagrange remarque qu'on peut réduire à la gravité et aux ressorts presque toutes les forces dont nous pouvons disposer. L'évaluation des quantités de force vive produites par les forces qui peuvent se ramener à la gravité se présente assez naturellement. Quant aux forces

qui agissent à la manière des ressorts, lesquelles proviennent principalement de l'expansion et de la condensation alternatives des gaz et des vapeurs, les quantités de force vive que ces forces peuvent imprimer s'évalueront maintenant avec la même facilité, au moyen des règles que M. Petit a établies dans l'écrit qui a donné lieu à cette note.

Je me propose de soumettre, dans quelques mois, à l'examen de l'Académie des Sciences, des notes et additions considérables faites pour une nouvelle édition de l'*Architecture hydraulique* de Bélidor. J'ai tâché d'y rattacher ces considérations d'une manière tout-à-fait élémentaire aux premiers principes de la mécanique, et elles se trouveront appliquées à une grande quantité de machines de toute espèce. Comme le livre dans lequel ces notions vont être ainsi développées est très-répandu parmi les mécaniciens, il me paraît qu'on peut espérer qu'elles leur deviendront désormais familières.

Je passe maintenant aux machines hydrauliques dont M. Petit a fait mention. La première, la roue à force centrifuge, a été proposée en 1732 par Le Demours. (*Machines approuvées par l'Académie des Sciences*, tome VI.) L'auteur faisait sortir l'eau des tuyaux à leur extrémité supérieure, dans une direction inclinée de bas en haut, et située dans un plan vertical passant par l'axe de la roue. Dans la théorie de cette machine donnée par Euler (*Acad. de Berlin*, 1752), il suppose également que l'eau jaillit dans une direction perpendiculaire à celle du mouvement de la roue, et il trouve que l'effet *maximum* est la moitié de la puissance dépensée. Quand on fait jaillir l'eau horizontalement et

dans le sens contraire au mouvement de la roue, comme cela avait lieu dans la machine de ce genre que M. Manoury-Dectot avait établie à l'Ecole des Ponts et Chaussées, la limite théorique du *maximum* d'effet est la puissance même employée à imprimer le mouvement; mais on n'arrive à cette limite qu'en supposant la vitesse de la roue infiniment grande. La machine présentée en 1816 par M. Jorge, et dont il est fait mention dans les *Annales de Chimie*, t. III, p. 426, n'est autre chose que celle dont on vient de parler, avec des modifications déjà connues, ou peu importantes. La roue décrite sous le nom de *machine Pitotienne* par M. Bernouilly (*Acad. de Pétersbourg*, 1786), a de l'analogie avec la roue à force centrifuge, quoique fondée sur un principe différent; mais elle n'offre pas plus d'avantage, tant sous le rapport de la théorie que sous celui de la pratique.

Les roues à aubes et à augets sont très-anciennes. Leur théorie a été donnée par Borda. (*Acad. des Sciences*, 1767.) Il parvient, sur les roues à aubes, au résultat indiqué par M. Petit, et fait remarquer la contradiction qu'il présente avec celui auquel Parent était arrivé en 1704. Cette contradiction s'explique en observant que la théorie de Parent convient à des roues mues par un courant d'une étendue indéfinie, et celle de Borda à des roues choquées par une veine d'eau qui perd contre elles toute la vitesse qu'elle possédait au-delà de la leur. Quant aux roues à augets, Borda montre que les lois de leur établissement consistent, 1° en ce que la vitesse des augets doit être la moitié de celle de la veine d'eau, à l'instant où elle les frappe; 2° en ce que cette même vitesse doit être très-petite. Les roues de cette espèce

avaient en quelque sorte été proscrites par Bélidor : Désaguliers en recommande, au contraire, l'emploi ; mais c'est Déparcieux qui a démontré le premier (*Acad. des Sciences*, 1754), par l'expérience et le raisonnement, qu'elles ont un avantage considérable sur les roues en dessous, et que cet avantage est d'autant plus grand que leur vitesse est moindre. Smeaton a depuis confirmé par l'expérience ces résultats (*Trans. philos.*, 1757) auxquels Albert Euler était parvenu, de son côté (*Société de Gottingue*, 1754), et indiqué la limite au-dessous de laquelle la vitesse ne pouvait être fixée dans la pratique. On doit rapporter entièrement aux roues à augets celles nommées par les Anglais *breast wheels*, qu'on peut traduire par *roues de côté ;* et il me semble que c'est à tort que Smeaton les considère comme devant tenir une sorte de milieu entre les roues à augets et celles frappées en dessous.

A l'égard des roues mues par la réaction de l'eau, leur première invention a paru, en 1744, dans le tome II des *Leçons de Physique*, de Désaguliers, qui l'attribue au Dr Barker. Elle y est d'ailleurs indiquée sous un titre et dans des termes qui semblent prouver que l'auteur et l'inventeur n'avaient aucune intelligence de la nature de cette machine. Peu d'années après, Segner la donna comme une invention nouvelle, dans ses *Exercitationes hydraulicæ ;* et Euler, dans ses trois Mémoires (*Acad. de Berlin*, 1750, 1751 et 1754), paraît la lui attribuer. On trouve quelques détails sur une roue de ce genre, dans le *Journal de Physique* de 1775, avec une théorie qui paraît entièrement erronnée. Le même jugement doit, je crois, être porté d'une autre théorie donnée

par M. Waring (*Trans. of the Americ. phil. soc.*, t. III), et que M. Gregory a insérée dans le tome II de sa *Mécanique*, page 112.

Quoique Borda, dans son *Mémoire* de 1767, n'ait point considéré d'une manière spéciale la roue à réaction, sa théorie me paraît implicitement comprise dans celle d'une espèce particulière de roue horizontale, qu'il a soumise au calcul. Il suppose que l'eau, amenée par un tuyau incliné, entre dans la roue sans éprouver de choc, y coule librement le long d'aubes courbes, et en sort horizontalement, à la même distance de l'axe qu'elle y est entrée. Dans ces hypothèses, si l'on nomme V la vitesse du point de la roue où l'eau est reçue, θ l'angle que fait avec la verticale la direction de la veine d'eau à l'instant de son entrée dans la roue, $\sqrt{2gH}$ la vitesse de cette veine, et h la hauteur de la roue, la vitesse de la roue correspondante au *maximum* d'effet est donnée par la formule :

$$V = \frac{g(H+h)}{\sin.\theta\sqrt{2gH}};$$

et on voit facilement que cette formule signifie que la vitesse absolue de l'eau, à l'instant où elle quitte la roue, est nulle. L'idée d'une roue de cette espèce peut avoir été suggérée à Borda par celles employées au moulin du Basacle à Toulouse, et décrites par Bélidor. (*Arch. hydr.*, tome Ier, page 303.)

La première question qu'on peut se faire sur ce résultat est s'il n'éprouverait point quelques changemens, dans le cas où l'on faisait sortir l'eau de la roue dans un point plus ou moins éloigné de l'axe que celui où elle

est entrée. Il arriverait alors que le mouvement de l'eau dans la roue serait modifié par la force centrifuge ; et si l'on fait le calcul, que je supprime pour abréger, on trouve que le changement qui vient d'être indiqué n'en apporte aucun dans l'expression de la vitesse correspondante au *maximum* d'effet. L'eau, quand elle s'est éloignée ou approchée de l'axe, possède alors par l'effet de la force centrifuge une vitesse plus grande ou plus petite que si elle en était restée à la même distance ; mais les points de la roue par où elle sort ont aussi une vitesse plus grande ou plus petite, et les deux effets se compensent exactement. Ainsi, la vitesse du point où l'eau entre ayant été réglée par la formule ci-dessus, il est absolument indifférent de faire sortir cette eau plus loin ou plus près de l'axe, qu'elle n'est entrée.

Une autre modification qu'on peut apporter aux hypothèses de Borda est d'admettre que l'eau ne coule plus librement dans la roue le long des aubes, mais s'y trouve reçue comme dans un vase où elle s'amasse, et dont elle ne s'échappe que par de petits orifices. Alors la vitesse relative de l'eau dans la roue peut être considérée comme nulle. Si l'on admet de plus, comme cela a lieu dans la roue à réaction, que la hauteur de la roue soit égale à celle de la chute, on aura $\sqrt{2gH} = 0$; hypothèse dans laquelle la formule ci-dessus donne pour V une valeur infinie ; ce qui s'accorde avec le résultat auquel M. Petit est parvenu d'une autre manière. Les deux premiers *Mémoires* d'Euler *sur la roue à réaction* se rapportent à cette dernière disposition, et il parvient aussi au même résultat. Le dernier se rapporte à la disposition supposée par Borda, et les résultats

sont également conformes au sien. Rien n'est plus propre que la lecture de ces Mémoires d'Euler, et le rapprochement de ses solutions avec celles qu'on déduit du principe des forces vives pour faire apprécier l'avantage qu'offre ce principe pour l'établissement de la théorie des machines; et le haut degré de simplicité et de clarté que l'emploi de cette méthode apporte dans ce genre de recherches.

La dernière machine considérée par M. Petit est celle qu'a proposée M. Manoury-Dectot, et à laquelle on a donné le nom de *Danaïde*. Le principe de cette roue consiste en ce qu'on y fait entrer l'eau à une certaine distance de l'axe, pour la faire sortir par un orifice contigu à cet axe. Ce même principe se trouve dans une roue indiquée par Bélidor en 1737 (*Arch. hydr.*, t. Ier, p. 302), comme étant employée en quelques endroits sur la Garonne. L'eau y est introduite suivant une direction inclinée, et glisse le long d'aubes courbes appliquées sur la surface d'un cône. La disposition m'en paraît préférable, à quelques égards, à celle du premier modèle construit par M. Manoury, et sur lequel a été fait le rapport à l'Institut. La roue décrite par Bélidor a été copiée dans plusieurs ouvrages anglais, et M. Brewster (*Ferguson's lectures*, 1806, t. II, p. 207) y propose un changement qui consiste à faire en sorte que l'eau, au lieu d'être introduite sans choc dans la direction des aubes, les rencontre perpendiculairement. Il fait aussi échapper l'eau à une petite distance de l'axe, et annonce que l'on aurait ainsi une machine très-puissante (*very powerful*) qui se trouverait à-la-fois mue par l'impulsion, le poids et la réaction de l'eau. Mais on voit, au

prêmier coup-d'œil, d'après les principes qui font l'objet de cette note, que le prétendu perfectionnement proposé par M. Brewster ne serait propre qu'à nuire à l'effet de la machine, et en soumettant au calcul la disposition indiquée par ce savant, on trouve que le *maximum* d'effet qui pourrait en être obtenu n'est que la moitié de l'effet total représenté par la chute; en sorte que cette disposition n'a aucun avantage sur les roues verticales ou horizontales connues, qui sont mues uniquement par le choc de l'eau. Je suis très-loin d'ailleurs de penser que M. Manoury-Dectot a pris l'idée de sa Danaïde dans l'*Architecture hydraulique*, ou ailleurs. Plusieurs inventions remarquables, qui ne peuvent lui être contestées, prouvent suffisamment que celle-ci n'est point au-dessus de ses forces.

Quant à sa théorie, il me paraît qu'ici, en n'admettant point de choc à l'entrée de l'eau dans la roue, on ne peut plus supposer, comme dans le cas de la roue à réaction, que l'eau contenue dans la roue n'y ait aucun mouvement relatif; car, dans cette supposition, il n'y aurait aucune raison pour que la roue tournât. Pour que le mouvement s'établisse et se soutienne, il est nécessaire que l'eau se meuve dans la roue avec une vitesse finie, qu'elle perd peu à peu contre des cloisons, en même temps qu'elle s'approche de l'axe. D'après cela, la théorie de la Danaïde paraît rentrer dans celle établie par Borda, en ayant égard à la remarque faite ci-dessus pour le cas où l'eau s'échappe plus près de l'axe qu'elle n'est entrée. Il me semble donc que la vitesse V, la plus avantageuse à donner à la circonférence de la roue, dépend à-la-fois de l'inclinaison θ sous laquelle l'eau y est

conduite, et du rapport entre la hauteur h de la roue, et celle H que l'eau a parcourue avant d'y entrer, de la manière exprimée par la formule :

$$V = \frac{g(H+h)}{\sin.\theta \sqrt{2gH}}.$$

Le résultat donné par M. Petit, et qui se rapporte au cas considéré par M. Manoury est compris dans cette formule générale. En supposant en effet, comme lui, que la veine d'eau soit dirigée horizontalement à son entrée dans la roue, on a :

$$\sin.\theta = 1, \text{ et } V = \frac{g(H+h)}{\sqrt{2gH}}.$$

Si l'on admet de plus que la hauteur de la roue est la moitié de celle de la chute, on a : $h = H$, et $V = \sqrt{2gH}$. La vitesse de rotation qui donnera le *maximum* d'effet est donc alors due à la moitié de la hauteur de la chute, comme il l'a trouvé. On voit d'ailleurs que la Danaïde, aussi-bien que toutes les autres roues hydrauliques, est assujettie à ne donner le *maximum* d'effet qu'autant qu'on lui fait prendre une vitesse déterminée ; en sorte que la sortie de l'eau par un orifice contigu à l'axe ne donne à cette machine aucun avantage sur les autres roues connues où il n'y a point de choc.

Recherches *sur un nouveau corps minéral trouvé dans le soufre fabriqué à Fahlun.*

Par J. Berzelius.

1. *Fabrication du soufre à Fahlun. Phénomènes qui se présentent lorsque ce soufre est employé pour la fabrication de l'acide sulfurique.*

On se sert à Fahlun, pour la fabrication du soufre, des pyrites qui abondent, en plusieurs endroits, dans la mine de cuivre. Les pyrites sont souvent mélangées de galène, de blende et de plusieurs substances étrangères. On pose les pyrites sur une couche de bois sec, dans des fours horizontaux, longs, dont la partie supérieure est recouverte de terre et de pyrites décomposées; la fumée passe de ces fours dans des tuyaux horizontaux, dont la première partie est en brique et le reste en bois. On allume le bois par en bas, et la chaleur fait distiller l'excès de soufre de la couche inférieure de la pyrite; le soufre gazéiforme est emporté par le courant d'air chaud, et se dépose ensuite en forme de fleurs dans les tuyaux. Lorsque le bois est brûlé, le sulfure de fer au *minimum* commence à brûler, et chasse l'excès du soufre de la couche au-dessus de lui, et de cette manière l'opération continue jusqu'à ce que la pyrite soit entièrement brûlée. Le soufre farineux qui résulte de cette opération contient beaucoup d'acide sulfurique; on le lave dans l'eau, ou le fait fondre, et on le redistille ensuite pour le purifier. Le soufre fondu non distillé est une mas e gris-verdâtre, dont la cassure est radiée et fait voir des parties hétéro-

gènes. Le soufre fabriqué pendant l'hiver ne peut point être lavé sans de grands frais ; on le fait par conséquent fondre avec l'humidité acide dont il est pénétré. Lorsqu'on casse la masse fondue et qu'on la laisse ensuite pendant quelques jours, les nouvelles surfaces expriment des gouttelettes très-acides qui contiennent de l'acide sulfurique, de l'acide arsénique, et du sulfate de fer et d'étain.

Quand on se sert de ce soufre distillé pour en faire de l'acide sulfurique, moyennant la combustion, il se dépose au fond de la chambre de plomb une masse pulvérulente rougeâtre. Cette circonstance a été observée, il y a long-temps, par M. Bjuggren, qui était alors possesseur de la fabrique d'acide sulfurique à Gripsholm. Il trouva qu'elle n'a point lieu lorsqu'on se sert d'une autre espèce de soufre ; et comme il avait appris par un chimiste que la matière rouge devait contenir de l'arsenic, il n'employa plus le soufre de Fahlun.

Depuis que cette fabrique a été achetée par MM. Gahn, Eggertz et moi, on y a constamment brûlé le soufre de Fahlun. Le sédiment rouge qui se forme dans l'acide liquide est toujours resté au fond de la chambre, et avait par conséquent augmenté en quantité, de manière à faire une couche de l'épaisseur d'une ligne. L'opération par laquelle le soufre est acidifié dans cette fabrique diffère de celle qui est ordinairement employée, en ce que le soufre n'est point mêlé de nitrate de potasse. On met sur le fond de la citerne des vaisseaux plats de verre qui contiennent de l'acide nitrique, et le gaz acide sulfureux, en décomposant l'acide nitrique, produit le gaz nitreux nécessaire à l'acidification complète du soufre.

Cette modification du procédé fut introduite par M. Gustave Schwartz, lorsqu'après une diminution du volume de la chambre de plomb, la méthode ordinaire manqua entièrement pour produire de l'acide sulfurique. La méthode de M. Schwartz est moins économique; mais elle donne un acide plus pur, de manière que lorsqu'on trouve 5 à 6 pour 100 de corps étrangers fixes dans l'acide sulfurique d'Angleterre, celui de Gripsholm n'en contient jamais 2 pour 100, et qui ne sont que du sulfate de plomb.

Dans les vaisseaux de verre qui contiennent l'acide nitrique, on trouve, après la décomposition complète de l'acide nitrique, un acide sulfurique concentré au fond duquel est déposée une poudre rouge ou même quelquefois brunâtre. Cette poudre excita notre attention, et nous engagea à en faire un examen particulier. Sa quantité, résultant de la combustion de 250 kilogrammes de soufre, n'excéda point 3 grammes. La masse principale était du soufre; elle se laissa allumer et brûla comme ce corps; mais elle laissa une cendre copieuse qui, traitée par le chalumeau, donna une forte odeur de radis ou de chou pourri, analogue à celle que Klaproth dit se produire lorsqu'on traite de la même manière le tellure. Après la cessation de l'odeur, il resta un globule métallique qui n'était que du plomb. Pour en séparer le tellure qu'on y supposait, on fit dissoudre la masse rougeâtre par de l'acide nitro-muriatique : elle laissa du soufre jaune non dissous. Le liquide mêlé d'ammoniaque caustique, en petit excès, (dont l'oxide de tellure n'est point dissous), déposa un précipité blanc qui, traité par le chalumeau, donna une forte

odeur de tellure, et laissa ensuite un globule métallique de plomb. La quantité du précipité était trop petite pour chercher à en extraire le tellure; nous le considérâmes, par rapport à son odeur de chou pourri, comme du tellurate de plomb. Le liquide saturé d'ammoniaque et évaporé à siccité détonna, et se volatilisa sans autre résidu que quelques taches noires sur le creuset de platine qui avait servi à l'opération.

2. *Examen plus particulier de la substance qui donna naissance à l'odeur de chou pourri lorsqu'on brûla la matière rougeâtre; expériences pour isoler cette substance.*

L'apparition d'une substance aussi rare que le tellure dans le soufre de Fahlun m'engagea de tâcher à l'isoler, afin d'en avoir des notions plus sûres et plus exactes. Je laissai donc ôter toute la masse qui se trouvait au fond de la chambre de plomb. Encore humide, elle avait une couleur rougeâtre qui, par la dessiccation, devint presque jaune. Elle pesait environ quatre livres. Elle fut traitée par de l'acide nitro-muriatique ajouté en quantité suffisante pour rendre la masse pulpeuse, et on la fit ensuite digérer à une chaleur modérée. Elle changea peu à peu de couleur, le rouge disparut, et la masse devint jaune-verdâtre. Après quarante-huit heures de digestion, on y ajouta de l'eau et de l'acide sulfurique, et on filtra. Le liquide qui passa avait une couleur jaune foncée. La masse restée sur le filtre n'avait point visiblement diminué de volume : elle consistait principalement en soufre mêlé de sulfate de plomb et d'autres

impuretés. On prit une petite quantité du liquide qui avait passé, pour étudier la méthode d'en séparer la substance présumée ; on la précipita par de l'ammoniaque. Le précipité, bien lavé et séché, mêlé de potassium et chauffé au bout d'un tube de baromètre, se décomposa avec ignition. Mis dans de l'eau, une partie en fut dissoute, et le liquide prit une couleur orange de bière forte, bien différente de celle de vin rouge que donne l'hydrotellure de potasse. Le liquide ne se couvrit point de la pellicule argentine qui naît toujours à la surface de l'hydrotellure de potasse ; mais, après quelques heures, il se troubla en déposant des flocons rouges, dont la quantité augmenta par l'addition de l'acide nitrique. On fit recueillir le précipité, et lorsqu'une partie du filtre sur laquelle se trouvait le précipité rouge fut allumée à la flamme d'une chandelle, elle colora les contours de la flamme en bleu d'azur, en exhalant une très-forte odeur de chou pourri. Une portion de tellure très-pur, précipitée de la même manière d'une solution de l'hydrotellure de potasse, avait une couleur grise, donna une couleur verdâtre au contour de la flamme, et ne produisit aucune odeur de radis perceptible. En examinant de plus près ce tellure purifié qui avait servi à mes anciennes expériences sur l'oxide de tellure et sur le gaz hydrogène telluré, je trouvai qu'il ne produisait aucune odeur, ni lorsqu'on l'exposa au chalumeau, ni lorsqu'on réduisit son oxide, et que la seule manière de lui faire produire une telle odeur était de le chauffer dans un tube de verre fermé par le doigt, jusqu'à ce que le métal gazéifié fît un trou dans le verre ramolli. Il brûla alors dans ce trou avec une flamme

bleue, et en répandant une odeur entièrement analogue à celle de la substance rouge.

Ces expériences me paraissaient prouver que la substance rouge ne pouvait point être du tellure, mais que le tellure peut-être en contient des quantités différentes, selon qu'il a été plus ou moins bien purifié.

Comme le précipité dont nous venons de faire mention était très-peu considérable, je crus que le liquide alcalin pouvait encore retenir quelque chose; je le distillai par conséquent dans une cornue de verre. Ce qui distilla d'abord n'était que de l'eau; mais lorsque la masse commença à se solidifier, il se dégagea une grande quantité d'un gaz qui sentait fortement le chou pourri, mais qui ne fut point absorbé ni par l'eau ni par une lessive caustique, quoiqu'il communiquât son odeur au liquide par lequel il avait passé. Le gaz avait, au reste, les propriétés du gaz azote. Dans le récipient, il se condensa une liqueur jaunâtre qui contenait de l'acide sulfureux, et qui était troublée par une poudre brune. Dans le col de la cornue s'était sublimée une masse saline presque noire, et au fond restait une petite quantité d'un sel jaunâtre, qui redevint blanc par le refroidissement.

Le liquide sulfureux du récipient, filtré et chauffé à l'ébullition pour en chasser l'acide sulfureux, se troubla de nouveau, déposa des flocons bruns, et perdit son odeur. Le sel noir, traité par l'eau, laissa non dissoute une masse brune-noirâtre analogue à celle qui se déposa du liquide précité; la dissolution était incolore, et contenait un mélange de muriate et de sulfite d'ammoniaque.

Ce qui était resté au fond de la cornue fut dissous en grande partie par l'eau. Il resta une poudre blanche qui était un mélange de sulfate de plomb et de sous-sulfate d'étain. La partie dissoute contenait du sulfate acide de potasse (on avait ajouté de la potasse à la liqueur acide pour épargner l'ammoniaque caustique) et des sulfates de fer, de zinc et de cuivre.

La matière brune, insoluble dans l'eau, examinée de plus près, fut reconnue pour être la cause de l'odeur particulière dont nous avons fait mention plus haut; et par des expériences dont nous rendrons bientôt compte, on trouva que c'était un corps élémentaire combustible jusqu'ici inconnu, auquel j'ai donné le nom de *sélénium*, dérivé de *séléné* (la lune), pour rappeler son analogie avec le tellure. D'après ses propriétés chimiques, ce corps se place entre le soufre et le tellure, quoiqu'il ait plus de propriétés communes avec le soufre qu'avec le tellure.

Dans les expériences faites avec les premières portions de ce corps que j'avais obtenues, j'avais trouvé qu'il se laissait précipiter de ses dissolutions acides par le gaz hydrogène sulfuré. Je me servis donc de ce réactif pour le séparer de la grande masse de liquide que j'avais obtenue par un long lavage de la matière sulfureuse non attaquée par l'acide nitro-muriatique. Le gaz hydrogène sulfuré produisit un beau précipité orange, qui, vers la fin, devint jaune sale. Le liquide hépatique filtré contenait encore des sulfates de fer, de zinc et de chaux.

a) Le précipité, bien lavé et exprimé, fut mêlé avec de l'acide nitro-muriatique et digéré pendant quelque temps. Il se fit d'abord une très-vive dissolution, mais qui diminua ensuite. Il resta un soufre impur qu'on ne

put entièrement dissoudre que par des digestions répétées.

b) On décanta la liqueur acide, et on y ajouta de l'eau. Il se forma alors un précipité blanc très-abondant ; on continua d'y ajouter de l'eau aussi long-temps que la liqueur en fut troublée, et on filtra ensuite le mélange. Le précipité, bien lavé et examiné au moyen du chalumeau, produisit d'abord une forte odeur de radis ; il resta une poudre blanche qui avec de la soude et un peu de borax se laissa entièrement réduire en un globule métallique qui possédait toutes les propriétés de l'étain ; il produisit du gaz hydrogène par l'acide muriatique, il fut corrodé, mais non pas dissous, par l'acide nitrique, etc. On mit le précipité obtenu, bien séché, dans une petite cornue de verre où on le chauffa à rouge. Dans le col de la cornue se sublima une masse cristallisée en aiguilles, et l'oxide qui restait au fond avait perdu la propriété de donner de l'odeur lorsqu'on le traitait au chalumeau. Le sublimé avait un goût fortement acide, mais pur, comme celui de l'acide muriatique ou sulfurique, et se laissait aisément dissoudre dans de l'eau. C'était un acide qui a le sélénium pour radical, et dont nous examinerons les propriétés plus bas.

On mêla le liquide d'où l'eau avait précipité le séléniate d'étain avec du muriate de baryte aussi long-temps qu'un précipité fut produit ; on le filtra et on le laissa ensuite évaporer jusqu'à ce qu'il commençât à exhaler des vapeurs d'acide muriatique en abondance. On l'introduisit alors dans une cornue, et on le fit distiller à sec : on exposa ensuite la cornue à une tempé-

rature encore plus élevée; il se sublima alors, dans la voûte et dans une partie du col, une substance blanche en forme d'aiguilles longues, à quatre pans, et au fond de la cornue resta un peu d'une masse blanche qui avait des taches rouges.

d) On ôta le sublimé : il avait un goût d'abord fortement acide, et ensuite métallique. Je le croyais être un nitrate ou un muriate volatil avec excès d'acide; j'en pris une portion que je mêlai avec de la limaille fine de zinc, et je distillai le mélange dans un tube de verre courbé. Il se sublima du sélénium sans mélange de muriate de zinc et sans dégagement d'aucune substance gazéiforme. Je fis encore digérer la masse qui restait non sublimée avec de l'eau, laquelle, mêlée de nitrate d'argent, resta claire. Il n'y avait donc point d'acide muriatique; le sublimé n'était par conséquent que de l'acide sélénique. Mais comme il avait un goût métallique dont on ne pouvait découvrir aucune trace dans l'acide obtenu par la décomposition du séléniate d'étain, je crus devoir examiner quelle pouvait en être la cause. Je le fis dissoudre dans un peu d'eau et j'y ajoutai de l'ammoniaque caustique. Il n'en fut presque pas troublé, et le sel qui en résulta conserva le goût métallique. La même chose arriva lorsque je saturai l'acide par du sous-carbonate de soude. Je mêlai encore une troisième portion de l'acide avec de la potasse caustique en excès; il en résulta un précipité lourd, abondant et d'une couleur jaune de citron; mais le liquide alcalin conserva encore un peu de son goût métallique.

e) Le précipité jaune ne changea point de couleur par le desséchement; il se volatilisa au chalumeau. Je

l'introduisis par conséquent dans une cornue de verre, et je le distillai à un feu rouge; il donna d'abord de l'eau, et ensuite, lorsque la cornue commença à rougir, du mercure métallique. Dans la cornue restèrent quelques traces d'oxide d'étain. Le séléniate de potasse, ayant été évaporé à sec et ensuite distillé dans une cornue à une forte chaleur rouge, donna encore quelques gouttelettes de mercure métallique.

f) Le séléniate de potasse resté au fond de la cornue était fondu; refroidi, sa couleur était blanche. On cassa la cornue et on réduisit le sel en poudre, que l'on mêla avec un volume égal de sel ammoniac pulvérisé. On introduisit ensuite ce mélange dans une cornue de verre, qu'on exposa à un feu gradué. Il se dégagea d'abord de l'eau qui contenait de l'ammoniaque, ensuite se condensèrent des traces de sélénium dans le col de la cornue et dans le récipient, et l'excès de sel ammoniac commença à se sublimer. On laissa la cornue encore quelque temps au feu, et ensuite on la retira. On versa de l'eau sur la masse saline restée au fond; le sel fut dissous, en laissant pour résidu une poudre grossière, brune, qui était du sélénium réduit. On le fit sécher, et on le distilla dans une petite cornue, tant pour le purifier complètement que pour l'avoir en une masse cohérente. La réduction du sélénium s'opère moyennant la production de séléniate d'ammoniaque, ainsi que par l'action désoxidante de l'hydrogène de l'ammoniaque sur l'acide sélénique. Comme l'acide sélénique sature plus d'ammoniaque que son oxigène n'en peut décomposer, il se dégage, dans cette opération, une portion d'ammoniaque avec le gaz azote.

g) La masse blanche, tachée en rouge, restée au fond de la cornue (dans *e*), consistait principalement en séléniate de baryte, dont une partie pouvait être enlevée au moyen de l'eau, en séléniate d'étain, en séléniate de cuivre et en arséniate de baryte, que l'on reconnut par le dégagement de vapeurs d'arsenic, lorsqu'on le traita au chalumeau.

Il résulte de ces expériences que le sélénium se trouve accompagné, dans la masse de soufre examinée, de non moins de sept autres substances métalliques, savoir: mercure, cuivre, étain, zinc, fer, plomb et arsenic. Le procédé pour isoler le sélénium paraîtra un peu long : aussi j'ai ensuite appris des moyens de le rendre plus court; mais j'ai préféré de le décrire tel que je l'ai effectué, pour obtenir le sélénium employé dans mes recherches sur la nature de ce corps, puisque la méthode d'opérer est un garant de l'absence du soufre, de l'arsenic et du mercure. Le soufre en a été séparé par le muriate de baryte, l'arsenic est resté en forme d'arséniate de baryte lors de la sublimation de l'acide sélénique, et enfin, le mercure a été éloigné par l'exposition du séléniate de potasse au feu.

J'ai trouvé que le séléniate de potasse qui contient du sulfate de potasse et de l'oxide de mercure, décomposé par le muriate d'ammoniaque ajouté en excès, donne du sélénium pur, puisque le sulfate de potasse ne se décompose pas; et l'oxide de mercure, en chassant une partie de la base du sel ammoniac, donne avec le muriate d'ammoniaque un sel double aisément soluble dans l'eau, sans que le mercure s'y laisse réduire par l'hydrogène de l'alcali. Le sélénium, ainsi

réduit, contient cependant souvent de l'oxide d'étain en forme de mélange mécanique, dont on le purifie par la distillation. Si, d'un autre côté, on sature par de l'ammoniaque un acide sélénique qui contient de l'acide sulfurique, et qu'on distille le sel qui en résulte sans y ajouter un alcali fixe, on en obtient un sélénium qui contient beaucoup de soufre.

Une autre méthode dont le but principal est d'épargner une partie des acides, c'est de distiller le précipité obtenu moyennant le gaz hydrogène sulfuré, dans une cornue de verre. Il se dégage d'abord beaucoup de gaz hydrogène sulfuré, ensuite il se distille du soufre qui contient peu de sélénium, mais qui en devient de plus en plus saturé à mesure que l'opération avance. Il a une couleur de plomb, un brillant métallique, et se conserve long-temps élastique. Vers la fin, on obtient, dans la voûte de la cornue, une substance métallique, grise et cristallisée d'une manière confuse; c'est du séléniure de mercure provenant de la décomposition du sulfure de mercure par le sélénium, à cette température élevée. Au fond de la cornue reste un mélange de sulfure de cuivre et de sulfure d'étain.

Avant d'avoir trouvé la méthode de réduire le sélénium moyennant le muriate d'ammoniaque, j'essayai d'y parvenir par le fer ou le zinc, en plongeant ces métaux dans des solutions acides de sélénium; mais cette réduction est lente, incomplète, et ne donne point un produit pur; c'est pourquoi je l'ai abandonnée.

3. *Sélénium en état réduit.*

Lorsque le sélénium fondu se solidifie, sa surface prend un brillant métallique d'une couleur brune très-

foncée, et ressemble à une hématite polie. Sa cassure est conchoïde, vitreuse, de la couleur du plomb et parfaitement métallique. Si le sélénium fondu est quelque temps exposé à la chaleur, de manière à se refroidir bien lentement, sa surface devient raboteuse, grenue, de la couleur du plomb, et n'est plus polie. La cassure est grenue, terne et ressemble parfaitement à celle d'un morceau de cobalt métallique. Si on le fond de nouveau et si on le laisse vite refroidir, sa surface devient polie et sa cassure vitreuse, comme nous venons de le dire. Le sélénium a très-peu de penchant à prendre une forme cristalline. S'il se sépare lentement d'une dissolution d'hydrosélénure d'ammoniaque, il forme sur le liquide une pellicule dont la surface supérieure a une couleur pâle de plomb et paraît lisse, et la surface tournée vers le liquide a une couleur plus foncée, et paraît recouverte de petits points polis. Sous le microscope, toutes les deux font voir une texture cristalline; celle de la surface supérieure est irrégulière; mais sur la surface inférieure on distingue facilement les petites surfaces de cristaux à angles droits, qui paraissent appartenir à des cubes et à des parallélipipèdes. Dans le liquide, on trouve quelquefois le sélénium déposé sur les parois du vaisseau au-dessous de la surface du liquide. Il forme alors une espèce de végétation métallique qui, sous la loupe, paraît être composée de cristaux prismatiques, terminés en pyramides, mais toujours trop petits pour permettre d'en déterminer la figure avec précision.

La couleur du sélénium varie beaucoup. J'ai dit que lorsqu'il est rapidement refroidi, sa surface a une couleur brune très-obscure, et que sa cassure a la couleur

du plomb. Si, au moyen du zinc ou de l'acide sulfureux, on le précipite à froid d'une solution étendue, il prend une couleur rouge de cinabre ; et si on fait bouillir le liquide avec le précipité, celui-ci se rétrécit et devient presque noir. Si on mêle une dissolution aqueuse et très-faible d'acide sélénique avec du sulfite d'ammoniaque ou avec de l'acide sulfureux, dans un verre qui n'en est rempli qu'à la moitié, et qu'on l'expose à la lumière, l'acide sulfureux réduit peu à peu le sélénium, et le liquide se recouvre d'une pellicule brillante qui, après quelques jours, prend la couleur et le brillant d'une pellicule d'or. Si on l'enlève avec un morceau de papier ou de verre et qu'on l'y laisse sécher, elle ressemble à une dorure pâle et se conserve sans altération.

La poudre de sélénium est d'un rouge foncé; mais elle s'agglutine aisément lorsqu'on la broie, et prend alors une couleur grise et une surface polie, comme cela arrive avec l'antimoine et le bismuth. En couches extrêmement minces, le sélénium est translucide avec une couleur rouge de rubis. Par la chaleur, il devient mou; à $+100^{\circ}$, il est demi-liquide, et se fond complètement à quelques degrés au-dessus. Durant le refroidissement, il se conserve long-temps dans un état mou et demi-liquide; comme la cire d'Espagne, on peut le pétrir entre les doigts et en tirer de longs fils qui ont beaucoup d'élasticité, et dans lesquels on voit très-bien sa translucidité s'ils sont plats et minces. Les fils, vus par la lumière transmise, sont rouges ; mais, par la lumière réfléchie, ils sont gris et d'un brillant métallique parfait.

Si on chauffe le sélénium dans un appareil pour le distiller, il commence à bouillir à une chaleur qui n'est point encore lumineuse ; il prend la forme d'un gaz jaune foncé, dont la couleur n'est cependant pas aussi intense que celle du soufre gazéiforme ; mais elle est plus foncée que celle du gaz oximuriatique. Le gaz se condense dans le col de la cornue, et y forme des gouttelettes noires qui se rassemblent et forment des gouttes plus grosses, tout comme dans la distillation du mercure.

Si on chauffe le sélénium dans l'air ou dans des vaisseaux assez larges pour que le gaz puisse être condensé par un air plus froid, il forme une fumée rouge qui n'a aucune odeur particulière, et qui se condense en forme d'une poudre rouge de cinabre, donnant une espèce de fleur, tout comme cela arrive avec le soufre, dans les mêmes circonstances. L'odeur de radis n'est point produite avant que la chaleur devienne assez forte pour occasionner une oxidation.

Le sélénium n'est point un conducteur du calorique. On peut très-bien le tenir entre les doigts et le faire fondre à la distance d'une ou deux lignes des doigts, sans qu'on s'aperçoive qu'il devient chaud. Il ne conduit pas non plus l'électricité. J'ai mis un morceau de sélénium d'un pouce de longueur et d'une ligne de diamètre, en contact, par un bout, avec le conducteur d'une machine électrique, et par l'autre, avec une chaîne qui devait conduire l'électricité à la terre : le conducteur donna continuellement des étincelles à la distance de trois quarts de pouce lorsqu'on en approcha un autre corps conducteur. Lorsque je tâchai de décharger un flacon électrique par le même morceau de sélénium, la

décharge se fit par un long sifflement, et encore une grande partie de la charge s'était conservée. Si la charge était bien forte, l'électricité passait, sous forme d'étincelle, sur la surface du sélénium ; mais s'il y avait un autre chemin plus court, l'étincelle ne suivait point sa surface, comme cela aurait dû avoir lieu, si le sélénium eût eu la propriété conductrice, ainsi qu'on l'observe avec l'eau, le papier doré, etc. Mais, d'un autre côté, je n'ai point pu le rendre électrique par la friction, du moins pas à un degré que j'aie pu apprécier, et le sélénium ne peut point être compté parmi les corps idio-électriques.

Il n'est point dur ; le couteau le raie aisément : il est cassant comme du verre, et se laisse facilement pulvériser.

J'ai trouvé sa pesanteur spécifique, dans différentes expériences, entre 4.3 et 4.32. Elle est, au reste, un peu difficile à déterminer avec certitude, parce que le sélénium a très-souvent de petites cavités au milieu de sa masse. Le refroidissement lent, qui lui donne une cassure grenue, ne m'a point paru altérer sa pesanteur spécifique.

4. *Sélénium et oxigène.*

L'affinité du sélénium pour l'oxigène n'est point bien forte. Si on le chauffe dans l'air sans qu'il soit touché par un corps brûlant, il se volatilise ordinairement sans altération ; mais s'il est touché par la flamme, il donne à ses bords une couleur bleue d'azur, très-pure, et s'évapore en répandant une odeur très-forte de chou pourri. La substance odorante est un oxide gazéiforme

de sélénium, que cependant je n'ai point pu produire en état isolé et sans mélange d'air atmosphérique. Cet oxide paraît ne point posséder la propriété de se combiner avec les acides, et appartient par conséquent à la même classe de corps oxidés que le gaz oxide de carbone, laquelle j'ai hasardé de nommer la classe des *sous-oxides* (sub-oxida).

Oxide de sélénium. Si on chauffe du sélénium dans une fiole remplie d'air atmosphérique, et fermée, jusqu'à ce qu'une grande partie se soit évaporée, l'air de la fiole prend l'odeur de l'oxide de sélénium à un très-haut degré. Si on lave l'air avec de l'eau pure, celle-ci prend l'odeur du gaz; mais comme il se forme aussi toujours des traces d'acide sélénique, cette eau acquiert la propriété de rougir faiblement le papier de tournesol et de se laisser troubler par le gaz hydrogène sulfuré. Si on ôte cette première eau, l'air contient encore une grande partie de son odeur; et si on le lave avec une nouvelle quantité d'eau, celle-ci en prend l'odeur, sans cependant qu'elle se laisse précipiter par le gaz hydrogène sulfuré, ni qu'elle donne des traces d'acide. Le gaz oxide de sélénium n'est que très-peu soluble dans l'eau, laquelle n'en acquiert aucun goût. Cet oxide se produit aussi lorsqu'on fait dissoudre du sulfure de sélénium dans de l'acide nitro-muriatique. Si l'acide nitrique se trouve décomposé avant que tout le sulfure soit dissous, l'acide sélénique se décompose alors, et il se reproduit du sélénium qui se précipite en forme d'une poudre rouge, et le liquide exhale une odeur presque insupportable de chou pourri. Si on distille ensemble un mélange de sélénium et d'acide sélénique,

il se dégage aussi un peu de ce gaz puant; mais la plus grande partie du mélange se sublime sans altération. Je n'ai point essayé de les faire passer ensemble à travers des tuyaux incandescens, dans lesquels la décomposition serait probablement plus complète.

Le gaz oxide de sélénium ne se combine point avec les alcalis caustiques par la voie humide; mais leurs dissolutions en prennent l'odeur tout comme l'eau seule.

Acide sélénique. Si on chauffe le sélénium dans un grand flacon rempli de gaz oxigène, il s'évapore sans aucun phénomène de combustion, et le gaz prend l'odeur du gaz oxide de sélénium, tout comme si on avait fait l'expérience avec de l'air atmosphérique; mais si, au contraire, on le chauffe dans une boule de verre d'un pouce de diamètre, où il n'a point assez d'espace pour se volatiliser et pour se disperser; et si par cette boule on laisse passer un courant de gaz oxigène, le sélénium s'enflamme au moment où il commence à bouillir, et brûle avec une flamme dont la lumière est faible, et blanche vers la base, mais verte ou verte-bleuâtre à la sommité et sur les bords supérieurs. Le gaz oxigène est absorbé, et il se sublime de l'acide sélénique dans les parties froides de l'appareil. Le sélénium se consume complètement sans résidu. Le gaz oxigène en excès prend ordinairement l'odeur du gaz oxide de sélénium.

Si on verse de l'acide nitrique sur le sélénium et que l'on chauffe le mélange, le sélénium se dissout avec vivacité. A une basse température, l'acide ne l'attaque presque pas. Si le sélénium a été en poudre ou en

petites parties, celles-ci s'agglutinent, et, vers la fin, lorsque le liquide concentré est chauffé à l'ébullition, le sélénium se fond et forme des gouttes noires qui, rendues légères par le dégagement du gaz nitreux, surnagent sur le liquide. Si ensuite on laisse lentement refroidir le liquide, il dépose de grands cristaux prismatiques, striés longitudinalement, qui ressemblent parfaitement à ceux du nitrate de potasse.

Le sélénium se dissout encore plus vite dans l'acide nitro-muriatique; il en résulte le même acide sélénique, et de cette manière on ne peut point produire un plus haut degré d'oxidation de ce corps. Lors même qu'on distille ensemble de l'acide sulfurique, de l'acide sélénique et du suroxide de manganèse, il ne se forme point de degré plus haut d'oxidation du sélénium, il se dégage de l'oxigène, et il se forme un sulfate et un séléniate de l'oxidule de manganèse.

Si on fait évaporer dans une cornue la dissolution nitro-muriatique de l'acide sélénique, l'acide nitrique et l'acide muriatique distillent les premiers, et l'acide sélénique reste dans la cornue en forme d'une masse saline blanche, laquelle se sublime à une température plus élevée. L'acide ne se fond pas; mais il se rétrécit un peu à l'endroit où il est touché par la chaleur, et prend ensuite la forme gazeuse. Le gaz acide sélénique a une couleur jaune foncée, moins cependant que celle du sélénium pur, et on aurait de la difficulté à le distinguer du gaz oxi-muriatique. Je n'ai pas pu mesurer la température à laquelle l'acide sélénique se gazéifie; mais si l'on chauffe un mélange d'acide sulfurique et d'acide sélénique, celui-ci se sublime le premier; et lorsqu'il

est presqu'entièrement sublimé, l'acide sulfurique commence à se volatiliser.

Le gaz acide sélénique se condense sur les parties froides de l'appareil en forme d'aiguilles tétraèdres très-longues, qui, dans une cornue un peu grande, peuvent avoir jusqu'à la longueur de deux pouces, et au-delà. Si la partie de l'appareil où l'acide doit se condenser est un peu chaude, l'acide s'y dépose en forme d'une masse dense, blanche, à demi fondue et demi-transparente.

Au moment où l'acide sélénique est ôté de l'appareil, il a un aspect sec et un éclat propre à lui; mais si on le laisse dans l'air, les cristaux s'attachent l'un à l'autre, et leur surface devient terne : ils ne deviennent cependant pas humides. Ce phénomène consiste en ce que l'acide se combine avec l'eau de l'atmosphère, et produit, pour ainsi dire, un sel à base d'eau; phénomène qui a également lieu avec l'acide borique vitrifié. Cette affinité s'exerce avec beaucoup de rapidité, de manière qu'il est difficile de peser une portion d'acide sélénique, sans qu'il attire durant l'opération assez d'humidité pour altérer sensiblement son poids. En chauffant l'acide après, il perd son eau, qui distille long-temps avant que l'acide commence à se volatiliser.

L'acide sélénique a un goût acide pur qui laisse une faible sensation brûlante sur la langue. En forme de gaz, il a l'odeur piquante des acides en général, sans qu'il y ait rien qui le distingue des autres. Il est très-aisément soluble dans l'eau froide, et se dissout, presque en toutes proportions, dans l'eau bouillante. Une solution saturée de l'acide sélénique dans l'eau cristallise, par un refroidissement rapide, en petits grains, et,

par un refroidissement lent, en prismes striés. Les cristaux sont une combinaison de l'acide sélénique avec l'eau. Par une évaporation spontanée, la dissolution donne des cristaux aciculaires rangés en étoiles. L'acide sélénique se dissout facilement et en grande proportion dans de l'alcool. Si l'on distille une solution concentrée de cet acide dans l'alcool, le produit a une odeur distinctement éthérée, entre celle de l'éther nitrique et celle de l'éther sulfurique, quoique la quantité d'éther ainsi produite dans mes expériences ait été trop petite pour se laisser isoler lorsque l'alcool éthéré fut saturé par du muriate de chaux. En même temps il se réduit un peu de sélénium, et dans la cornue reste de l'acide sélénique sec, coloré en rouge par son radical réduit. Si on distille ensemble de l'acide sulfurique, de l'acide sélénique et de l'alcool, on obtient un produit d'une odeur insupportable, et il se réduit beaucoup de sélénium. La mauvaise odeur de la distillation m'a empêché de l'examiner. On n'en obtient pas toujours, à chaque opération, des quantités égales de la même quantité de matériaux.

(*La suite au Cahier prochain, page* 225.)

Observations *sur la préparation et la purification de l'acide gallique, et sur l'existence d'un acide nouveau dans la noix de galle.*

Par Henri Braconnot.

Desirant me procurer de l'acide gallique, j'ai cru devoir parcourir les divers procédés indiqués pour sa préparation, afin de me déterminer à suivre celui qui me paraîtrait le plus simple et le plus avantageux; j'ai essayé celui qui a été communiqué par M. Baruel à M. Thenard, et qui est indiqué par ce professeur dans la seconde édition de son *Traité de Chimie*. Il consiste à verser de la dissolution de blanc d'œuf dans l'infusion de noix de galle, jusqu'à ce que celle-ci cesse de se troubler, d'évaporer jusqu'à siccité la liqueur clarifiée, de verser de l'eau sur le résidu, de filtrer la nouvelle liqueur, et de la concentrer au point convenable pour que l'acide gallique cristallise.

J'ai suivi de point en point ce procédé, et il m'a été impossible d'obtenir un atome d'acide gallique cristallisé; mais seulement un résidu brun foncé peu considérable, qui retenait les sels provenant de l'énorme quantité de blanc d'œuf qu'il m'avait fallu employer : malgré des résultats aussi négatifs, et ne croyant pas que M. Baruel ait eu l'intention d'abuser le savant professeur du Collége de France, je priai M. Simon, habile pharmacien de Nancy, de répéter le procédé avec tout le soin dont il est susceptible; mais le produit qu'il obtint fut aussi mauvais que le mien. Si donc M. Baruel est par-

venu à obtenir à l'état de pureté l'acide gallique de la noix de galle par le blanc d'œuf, il faut conclure que son procédé laisse beaucoup à desirer pour devenir praticable. Quant au procédé qui recommande l'usage de la colle forte, il paraît aussi mauvais que le précédent : car la liqueur qu'on obtient après avoir séparé le précipité formé par la colle n'est qu'une combinaison de colle forte, de tannin et d'acide gallique, dont on ne saurait obtenir un atome d'acide gallique cristallisé, ainsi que l'a reconnu Richter : au surplus, on sait que M. Berthollet, essayant de purifier l'acide gallique par le moyen de l'albumine, s'aperçut que celle-ci, en se coagulant, retenait en même temps que le tannin de l'acide gallique, et qu'une portion de l'albumine reste liquide avec l'acide gallique, que l'on a de la peine à en séparer par la cristallisation. Le procédé de Richter, que l'on regarde comme le meilleur, ne m'a pas réussi, apparemment parce que mon alcool n'était pas parfaitement absolu. Le procédé le plus anciennement connu, celui de Schéele, m'inspira plus de confiance que tous ceux qui ont été présentés depuis ; mais je ne me dissimulai pas que, par suite de son extrême longueur, une partie de l'acide gallique devait nécessairement se détruire, attendu la grande mobilité de ses élémens ; je pensai qu'il serait peut-être possible d'abréger sa longue durée, et d'obtenir à-la-fois un produit beaucoup meilleur et plus abondant. Cette conjecture me conduisit à d'excellens résultats.

J'ai fait infuser 250 grammes de noix de galle en poudre dans un litre d'eau, c'est-à-dire, moitié de la quantité prescrite par Schéele : après quatre jours d'ac-

tion, en ayant soin d'agiter de temps en temps le mélange, je l'ai jeté sur une toile en exprimant fortement le marc; j'ai filtré ensuite la liqueur à travers un papier joseph, et l'ai abandonnée, depuis le 22 juillet jusqu'au 22 septembre, à une température d'environ 18 à 25 degrés, dans une carafe de verre couverte d'un papier: après cet intervalle de deux mois, la liqueur n'avait pas sensiblement perdu par l'évaporation spontanée; elle avait déposé une assez grande quantité d'acide gallique cristallisé que j'en séparai par une forte expression dans une toile, après avoir enlevé préalablement à la surface de cette liqueur une couche de moisissure que je jetai. Ce dépôt, ainsi exprimé, était formé pour la plus grande partie d'acide gallique et d'un acide nouveau peu soluble dans l'eau bouillante. J'évaporai la liqueur acide séparée du dépôt, jusqu'en consistance de sirop, et, au bout de vingt-quatre heures, j'obtins une nouvelle quantité de cristaux qui furent séparés du liquide sirupeux à l'aide d'une très-forte expression dans un nouet de toile. Curieux de savoir si le marc provenant des 250 grammes de noix de galle employé fournirait encore de l'acide gallique, quoique bien traité par l'eau froide, je l'humectai d'eau, et l'abandonnai à la fermentation en même temps que l'infusion, et il fournit encore une quantité d'acide cristallisé par l'action de l'eau bouillante. En réunissant les diverses quantités d'acide gallique obtenu suivant la marche que je viens d'indiquer, j'ai trouvé un total de 62 grammes après sa dessiccation; mais il était mélangé à une poudre insoluble. J'ai fait bouillir le tout avec trois décilitres d'eau, et j'ai filtré la liqueur bouillante; il est resté sur le filtre bien lavé et desséché une poudre d'un

blanc fauve, douce au toucher comme de l'amidon, et du poids de 10 grammes : ce n'est probablement point cette substance que M. John a indiquée dans la noix de galle, sous le nom d'*inuline ;* car elle n'en a tout au plus que les caractères extérieurs. Nous verrons bientôt qu'elle se comporte à la manière des acides.

A mesure que la liqueur s'est refroidie, elle a déposé la majeure partie de l'acide gallique qu'elle retenait en dissolution ; bien exprimé dans un linge et desséché, il était d'un blanc fauve et pesait 40 grammes. L'eau-mère était brune ; évaporée convenablement, elle a cristallisé et a encore fourni par expression 10 grammes d'acide gallique un peu plus coloré que le précédent. Il résulte de ce qui précède que 500 grammes de noix de galle du commerce peuvent fournir au moins 100 grammes d'acide gallique plus pur que celui qu'on obtient en suivant rigoureusement le procédé de Schéele. Ce résultat a tout lieu de surprendre, surtout si l'on considère l'analyse que M. Davy a donnée des noix de galle d'Alep, qui ne contiennent, suivant lui, sur 500 parties, que 31 parties d'acide gallique uni à de l'extrait ; tandis qu'on n'en obtient seulement que 16 parties par l'alcool très-concentré, selon Richter.

J'ai aussi obtenu l'acide gallique plus facilement encore et en très-grande quantité, en exposant les noix de galle entières à une température de 20 à 25° pendant environ un mois, en ayant soin de les humecter de temps en temps ; elles se gonflent beaucoup, se couvrent de moisissures, et se réduisent enfin en une bouillie blanchâtre, laquelle, soumise à la presse dans un nouet de toile pour en séparer le liquide coloré, laisse une masse

qu'il ne s'agit plus que de traiter avec une quantité d'eau bouillante pour dissoudre tout l'acide : la liqueur chaude, séparée du marc avec expression, laisse déposer la plus grande partie de l'acide cristallisé en un magma considérable que l'on exprime dans un linge.

Si, au lieu d'employer la noix de galle entière, on la pulvérise et qu'on la délaie avec un peu d'eau, en exposant ce mélange à une température suffisante, il s'y établit un mouvement de fermentation alcoolique avec dégagement visible d'acide carbonique et odeur vineuse très-sensible ; en exprimant la masse pultacée lorsqu'elle est devenue sensiblement acide, il en sort un liquide brun, lequel, distillé, fournit un produit légèrement alcoolique ; d'où il suit que la noix de galle contient du sucre ou une substance analogue. Le marc, fortement exprimé et traité par l'eau bouillante, donne une liqueur, laquelle, passée à travers un linge, est trouble et laiteuse ; elle contient une grande quantité d'acide gallique et un autre acide en poudre blanchâtre qui se dépose comme de l'amidon. Cette fermentation s'établit dans la noix de galle ou son infusion, paraît en désunir les élémens, et favoriser ainsi la séparation des acides qui y sont contenus.

Purification de l'acide gallique.

Pour purifier l'acide gallique, j'ai tenté plusieurs moyens : celui proposé par M. Berthollet, et que j'ai répété en projetant peu à peu de petites quantités d'oxide d'étain dans la dissolution chaude d'acide gallique, ne m'a pas donné un résultat satisfaisant ; je n'ai pu réussir à obtenir cet acide dans toute sa pureté, et en augmen-

tant la quantité d'oxide d'étain, j'en ai perdu la plus grande partie, et celui que j'ai obtenu retenait des indices d'oxide d'étain : il arrive même, suivant M. Bouillon-Lagrange, qu'en employant une trop grande proportion d'oxide, celui-ci se combine à tout l'acide gallique, en sorte qu'on ne peut en obtenir par l'évaporation ; cependant le caséum lavé, l'oxide de plomb, le charbon végétal ont moins décoloré cet acide que l'oxide d'étain ; mais il en a été tout autrement avec le charbon animal (noir d'ivoire du commerce préalablement traité par l'acide hydrochlorique) ; celui-ci a parfaitement réussi, et m'a donné un produit très-beau et très-abondant. J'ai mis dans une carafe 100 grammes d'acide gallique coloré, 800 grammes d'eau et du charbon animal humide et bien lavé, représentant environ 18 grammes de charbon sec ; j'ai exposé ce mélange à la température de l'eau bouillante, dans un bain-marie, pendant environ un quart-d'heure ; la liqueur filtrée chaude a passé assez promptement ; je l'ai laissé refroidir en l'agitant plusieurs fois : elle s'est prise en une masse très-blanche d'acide gallique que j'ai séparée du liquide excédent par une forte expression dans une toile. Ainsi obtenu, cet acide est aussi blanc et aussi pur que les autres acides végétaux cristallisables ; sa dissolution dans l'eau ne trouble en aucune manière la colle de poisson : si on le redissout dans l'eau chaude, il s'en précipite en fines aiguilles soyeuses aussi blanches que la neige. Sa saveur faiblement acide laisse dans la bouche une impression sucrée analogue à celle qui est produite par la douce-amère.

Examen d'un acide nouveau.

Nous avons dit qu'en traitant par l'eau bouillante le dépôt formé dans l'infusion de noix de galle qui a éprouvé la fermentation, il s'en séparait une poudre d'un blanc fauve insoluble. Cette poudre est presque entièrement formée d'un acide particulier, plus une petite quantité de gallate de chaux, de sulfate de chaux et d'une matière colorante brune. Pour obtenir l'acide pur, j'ai délayé la poudre insoluble avec une légère dissolution de potasse qui s'y est combinée avec dégagement de chaleur sensible à la main ; il en est résulté une liqueur à peine alcaline d'un jaune très-intense : filtrée et abandonnée à l'air, elle a fini par produire un dépôt nacré assez abondant qui a été séparé par le filtre ; ce dépôt, bien lavé avec de l'eau jusqu'à ce que celle-ci sorte incolore, il est resté une combinaison neutre du nouvel acide avec la potasse, qui était d'un blanc verdâtre après la dessiccation. L'acide hydrochlorique affaibli, ou l'acide acétique, mis en contact avec cette combinaison, la décompose en s'emparant de la potasse, et met le nouvel acide en liberté.

Celui-ci est insipide, pulvérulent, d'un blanc un peu fauve. Il n'est pas sensiblement soluble dans l'eau, même lorsqu'elle est bouillante, et rougit à peine le papier teint en bleu par le tournesol.

Il ne décompose point les sous-carbonates alcalins, même à l'aide de la chaleur ; mais il se combine énergiquement avec la soude ou la potasse, et sature entièrement leurs propriétés. Ces combinaisons neutres sont insolubles dans l'eau froide et dans l'eau bouillante,

mais non dans une très-légère dissolution de potasse ou de soude qu'ils colorent en jaune très-foncé.

La combinaison neutre de cet acide avec la potasse, examinée au soleil avec une loupe, paraît formée de petits cristaux ou écailles brillantes nacrées qui rappellent la contexture de certains talcs. Ce sel, exposé à une chaleur rouge, brûle et laisse pour résidu du carbonate de potasse fondu.

Avec l'ammoniaque, cet acide forme aussi une combinaison neutre insoluble, même dans un excès de cet alcali, et de laquelle les alcalis fixes dégagent l'ammoniaque.

Délayé avec de l'eau de chaux, il s'empare de la terre alcaline, et la liqueur ne contient plus que de l'eau. Le même acide pulvérulent, mêlé dans une capsule avec de l'acide nitrique, ne paraît pas d'abord changer d'état; mais, à l'aide de la chaleur de la main et par l'agitation, le mélange acquiert une teinte rougeâtre qui devient de plus en plus foncée, et finit par passer à une nuance rouge foncée très-vive, absolument semblable à celle du sang : je n'ai pu séparer de ce mélange que quelques flocons rouges, mais qui ne se sont point comportés à la manière des purpurates alcalins. En continuant l'action de l'acide nitrique sur le nouvel acide, on obtient beaucoup d'acide oxalique, mais point ou presque point de jaune amer.

Il ne produit aucun effet remarquable avec l'iode.

Exposé à la flamme d'une bougie, il ne fond point, et brûle sans flamme avec une sorte de scintillation.

Ce nouvel acide, soumis à la distillation, se décompose en partie, laisse du charbon, et produit une vapeur jaune qui se condense en cristaux aciculaires transpa-

rens d'une assez belle couleur jaune-verdâtre, analogue à celle de quelques variétés d'urane oxidé : ce sublimé est insipide au goût, insoluble dans l'eau bouillante, l'alcool et l'éther ; mais se dissout et se combine aisément à une légère dissolution de potasse, et la colore en jaune. Un acide versé dans la liqueur en précipite la matière dissoute avec toutes ses propriétés. L'acide sulfurique concentré dissout cette matière jaune cristallisée ; mais elle est précipitée par l'eau. Les mêmes cristaux, exposés de nouveau à la chaleur voisine du rouge dans un tube de verre fermé par une de ses extrémités, semblent éprouver un commencement de fusion et dégagent une vapeur jaune qui se condense en aiguilles de la même couleur ; il reste un résidu charbonneux.

Cette matière semble donc se comporter au feu comme l'indigo, dont une partie se sublime, tandis que l'autre se décompose. Je n'ai point fait l'analyse de cette matière cristalline ; elle paraît contenir beaucoup de carbone et très-peu d'hydrogène et d'oxigène.

D'après les principales propriétés de cette matière pulvérulente de la noix de galle, surtout celle de saturer entièrement les propriétés alcalines, il me paraît qu'on ne peut lui contester un rang parmi les acides végétaux, quoiqu'il soit l'un des plus insolubles. Embarrassé de lui trouver un nom dérivé de propriétés qui ne puissent appartenir qu'à lui seul, j'ai cru devoir l'appeler *acide ellagique*, du mot *galle* renversé.

Nancy, le 20 octobre 1818.

Sur *le prochain retour de la Comète de* 1759.

L'Académie de Turin avait proposé, pour sujet de prix, en 1812, de calculer le retour de la comète de 1759, en ayant égard aux perturbations que cet astre doit éprouver dans sa course par les actions combinées de Jupiter, de Saturne et d'Uranus. La pièce qu'elle vient de couronner est de M. Damoiseau, chef de bataillon d'artillerie, à qui l'on doit déjà d'importantes recherches sur les tables de la lune. Nous espérons être bientôt en état d'analyser l'immense travail qu'il a fallu exécuter pour répondre convenablement à la question proposée : pour le moment, nous nous contenterons de faire connaître le principal résultat auquel il conduit.

La comète de 1759 est la première dont on ait prédit le retour, et la seule, jusqu'ici, qui ait paru à l'époque annoncée. On sait qu'il est presque impossible de déterminer exactement le temps de la révolution d'une comète, et, par suite, le grand axe de son orbe, d'après les observations d'une seule apparition; mais un arc d'ellipse, lorsque le grand axe est fort long, se confondant sensiblement avec un arc de parabole, les astronomes calculent les comètes comme si elles se mouvaient dans la dernière espèce de courbe. Avec cette simplification, trois observations sont plus que suffisantes pour déterminer exactement l'orbite. Les élémens paraboliques auxquels on arrive ainsi, ne sont pas uniquement destinés à représenter les positions de l'astre, pendant la durée généralement assez courte de son apparition; mais ils fournissent de plus les moyens de le reconnaître quand il revient à son périhélie.

Ainsi, une comète se montra en 1531, et fut observée à Ingolstadt par Apian. Halley a trouvé que toutes ses positions sont représentées aussi exactement que l'imperfection des mesures permettait de l'espérer, avec les élémens suivans :

Inclinaison.	Longitude du nœud.	Lieu du périhélie.	Distance perihélie.	Sens du mouvement.
17°. 56′	49°. 25′	301°. 39′	0,567	rétrograde.

Les mêmes observations montrent que la comète passa au périhélie, ou dans le point de son orbite le plus rapproché du soleil, le 24 août 1531, à 21 heures.

Képler et Longomontanus aperçurent une comète en 1607. Leurs observations ont fourni les élémens que voici :

Inclinaison.	Longitude du nœud.	Lieu du périhélie.	Distance périhélie.	Sens du mouvement.
17°. 2′	50°. 21′	302°. 16′	0,587	rétrograde.

Passage au périhélie, le 16 octobre 1607, à 4 h.

La Hire, Picard, Hévélius et Flamsteed se servirent des instrumens astronomiques qui, de leur temps, avaient déjà acquis un assez grand degré de perfection, pour suivre avec assiduité la comète qui se montra vers le milieu de l'année 1682. Halley a déduit de l'ensemble des observations de Flamsteed, les élémens que je vais transcrire :

Inclinaison.	Longitude du nœud.	Lieu du périhélie.	Distance périhélie.	Sens du mouvement.
17°. 42′	50°. 48′	301°. 36′	0,583	rétrograde.

L'astre passa à son périhélie le 14 septembre 1682, à 21 heures $\frac{1}{2}$.

Ces trois systèmes d'élémens étant à fort peu près les mêmes, Halley en conclut qu'ils appartenaient à une seule comète qui, en 151 ans, était revenue deux fois à son périhélie (1), et attribua les différences qu'on y remarque aux dérangemens que cet astre avait dû éprouver par l'action des planètes, et à l'incertitude des observations. Il se hasarda même à prédire que la comète se montrerait de nouveau vers la fin de 1758, ou le commencement de 1759; mais il n'avait pu faire qu'une estime vague de l'action de Jupiter et de Saturne. Plus tard, Clairaut appliqua à la détermination de ces per-

---

(1) Cette même comète s'était déjà montrée en 1456, comme on le voit par les élémens suivans que Pingré a déduits du peu de renseignemens qu'on trouve dans les auteurs de cette époque.

Inclinaison.	Longitude du nœud.	Lieu du périhélie.	Distance périhélie.	Sens du mouvement.
17°.56′	48°.30′	301°.0′	0,586	rétrograde.

Jour du passage par le périhélie, 8 juin 1456, à 22 h.

A cette apparition, la comète traînait une queue de 60°, dont la lumière tirait sur le jaune. Quelques jours avant le passage au périhélie, le noyau était aussi éclatant qu'une étoile fixe. On pourrait croire que les causes d'où cet éclat dépendait ont été continuellement en s'affaiblissant : car la comète de 1759 n'avait ni une aussi grande intensité ni une queue aussi étendue que celle de 1456. Peut-être même ces astres finissent-ils par se dissiper à la longue. Le retour de 1835 fournira probablement, à cet égard, des notions curieuses.

turbations les formules qu'il avait trouvées le premier pour le *probléme des trois corps*, et découvrit que la comète devait employer à revenir au périhélie 618 jours de plus que dans la révolution précédente ; ce qui fixait son passage vers le milieu d'avril 1759. Il avertit toutefois que les petits termes qu'il avait négligés dans son calcul, comportaient une incertitude d'un mois, en plus ou en moins. L'événement justifia cette prédiction ; car la comète passa au périhélie le 12 mars 1759, vers minuit, c'est-à-dire, dans les limites que Clairaut avait assignées. Nous rapporterons aussi les élémens paraboliques de cette apparition, afin que le lecteur puisse les comparer à ceux qui précèdent.

Inclinaison.	Longitude du nœud.	Lieu du périhélie.	Distance périhélie.	Sens du mouvement.
17°. 38′	53°. 48′	303°. 10′	0,584	rétrograde.

M. Damoiseau a tenu compte, dans son travail, de l'influence de la planète Uranus qui n'était pas encore connue du temps de Clairaut ; ses approximations ont été poussées très-loin ; les masses dont il s'est servi ne comportent plus maintenant que de fort légères incertitudes : tout autorise à penser, en un mot, que le résultat du calcul ne sera plus, cette fois, en erreur que d'un très-petit nombre de jours ; voici, au demeurant, en quoi il consiste :

« L'intervalle entre le passage au périhélie en 1759 et
» *le prochain passage par ce point*, sera de 28007 jours ;
» ce qui, à compter du 12 mars 1759, origine de cette
» période, *répond au* 16 *novembre* 1835. »

Sur *la Matière verte des Feuilles.*

Par MM. Pelletier et Caventou.

Nous avons obtenu cette matière en traitant par l'alcool déphlegmé et froid le marc bien exprimé et bien lavé de plusieurs plantes herbacées : par l'évaporation de la liqueur alcoolique, il est resté une substance d'un vert foncé et d'apparence résineuse, qui, réduite en poudre et traitée par l'eau chaude, a acquis un grand degré de pureté en abandonnant un peu de matière colorante brune. La matière verte, ainsi obtenue, s'est offerte avec toutes ses propriétés déjà connues : elle se dissolvait entièrement dans l'alcool, l'éther, les huiles, les alcalis; et le chlore détruisait sur-le-champ sa couleur verte, en la séparant de son dissolvant sous forme d'une matière floconneuse jaune. (Proust, *Journ. de Phys.*)

La matière verte, exposée à l'air pendant plusieurs semaines, n'a éprouvé aucune altération. Soumise à l'action de la chaleur, elle se ramollit; mais elle ne fond pas : à une température élevée, elle se décompose, et ne donne aucune trace d'ammoniaque. Elle brûle avec flamme, et laisse un charbon volumineux qui s'incinère facilement.

L'eau chaude en dissout une petite quantité; par le refroidissement, la matière verte se sépare en partie. L'acide acétique est parmi les acides végétaux le seul qui la dissolve d'une manière remarquable.

L'acide sulfurique concentré la dissout à froid sans l'altérer : l'eau en sépare une portion; le reste peut être

obtenu en saturant l'acide. Avec le temps, la matière verte se détruit. La dissolution alcoolique n'éprouve aucun changement lorsqu'on ajoute une partie égale d'acide sulfurique.

L'acide hydrochlorique et surtout l'acide nitrique détruisent la matière verte : avec le dernier, il ne se forme point d'acide mucique ni d'acide oxalique.

L'iode détruit la couleur de la matière verte, comme le chlore, mais plus lentement.

Si, après avoir mêlé un sel terreux ou métallique à la dissolution de la matière verte dans l'alcool, on ajoute un alcali ou un sous-carbonate, il se fait un précipité abondant qui, dans la plupart des cas, entraîne la matière verte à l'état de combinaison. On peut préparer des laques vertes à peu de frais en ajoutant au suc des plantes, obtenu par expression et suffisamment étendu, un sel terreux qu'on décompose par un alcali ou un carbonate. Presque toutes les laques que nous avons préparées se sont conservées à la lumière pendant plusieurs semaines : nous avons principalement remarqué celles fournies par l'herbe commune des prairies, la ciguë, le sureau et la luzerne.

Il suit des faits contenus dans cette notice, que la matière verte des végétaux, improprement appelée *fécule* ou *résine*, est une substance particulière qui doit être classée parmi les substances végétales très-hydrogénées ; qu'elle doit être séparée des résines ; qu'elle se rapproche de plusieurs matières colorantes, telles que celles de l'orcanette, du curcuma, du santal rouge, et qu'elle mérite, par ses propriétés et le rôle qu'elle joue dans l'économie végétale, d'être considérée comme un

principe immédiat des végétaux. Nous proposons de lui donner le nom de *chlorophyle*. (*Journ. de Pharm.* III. 486.)

Note *sur l'Emploi de la dilatation des liquides comme force motrice.*

Par M. Petit.

Le dernier Cahier des *Annales* renferme un Mémoire dans lequel M. Pattu appelle l'attention sur un projet relatif à un nouvel emploi de la chaleur comme force motrice dans les machines. Il pense que la propriété dont jouissent les liquides, de supporter les plus fortes pressions sans éprouver de changement sensible dans leur volume, permet de se servir de leur dilatation par la chaleur pour mettre en mouvement des masses énormes, et obtenir ainsi un effet dynamique très-considérable. Si la résistance du vase dans lequel le liquide doit être renfermé était indéfinie, l'assertion de M. Pattu serait incontestable, et il ne resterait plus qu'à surmonter les difficultés d'exécution de l'appareil qu'il propose. Mais il ne me paraît pas qu'il en soit ainsi; et le calcul montre que, pour obtenir du nouveau moteur un effet comparable à celui que produit l'application de la chaleur par les moyens usités, il faudrait que les parois fussent capables d'une résistance qui excède de beaucoup la limite qu'on peut atteindre dans la pratique. C'est du moins le résultat auquel on est conduit par une comparaison très-simple que je vais rapporter. Je supposerai qu'une même quantité de chaleur soit successivement employée à dilater de l'eau et à en vaporiser; et je calculerai quelle pression doit supporter le vase dans lequel la dilatation s'effectue, pour que les forces vives développées dans les deux cas soient égales entre elles.

On peut d'abord s'assurer, par un raisonnement très-

simple, que l'effet produit par la dilatation de l'eau est tout-à-fait indépendant du diamètre du tube dans lequel cette dilatation s'opère, si, dans tous les cas, on fait supporter au fluide la plus grande pression à laquelle le vase puisse résister. Car, en réduisant, dans une proportion quelconque, l'aire de la section du tube, on augmente, à la vérité, dans le même rapport, la hauteur que le fluide parcourt en se dilatant; mais cet effet est exactement compensé par la diminution du poids soulevé, puisque ce poids, pour exercer la même pression, doit varier proportionnellement à l'étendue de la surface liquide sur laquelle il repose. On peut donc, pour le calcul dont il s'agit, supprimer le tuyau additionnel, et supposer que l'eau est contenue dans un vase cylindrique, et qu'elle y est pressée par un piston qu'elle élève en se dilatant.

Cela posé, admettons que la base du cylindre soit d'un décimètre carré, et que le volume primitif de l'eau à 0° soit d'un décimètre cube, et pèse par conséquent un kilogramme. En la portant à 100°, elle se dilatera d'environ $\frac{1}{22}$ de son volume à 0°; d'où il suit que le piston qui repose sur l'eau sera soulevé de $\frac{0{,}1^{m}}{22}$. Or, en supposant que la plus grande pression à laquelle peuvent résister les parois du vase soit mesurée par le poids d'une colonne d'eau de N mètres de hauteur, le *maximum* de charge supportée par le piston sera de 10N décimètres cubes d'eau, ou de 10N kilogrammes. La plus grande force vive développée sera donc capable d'élever à $\frac{0{,}1^{m}}{22}$ un poids de 10N kilogrammes, ou d'élever à un mètre un poids de $\frac{N}{22}$ kilogram.

Maintenant, on sait que la quantité de chaleur nécessaire pour porter de 0° à 100° un kilogramme d'eau convertirait en vapeur $\frac{1^{kil.}}{6{,}66}$, ou 150 grammes d'eau prise à 0°. Or, j'ai fait voir (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. VIII, p. 293) qu'un gramme d'eau vaporisé et condensé produit une force vive capable d'élever à un mètre un poids de 17 kilogrammes. Ainsi, 150 grammes, pa-

reillement vaporisés et condensés, pourraient élever à cette même hauteur d'un mètre un poids de 2550 kilogrammes. On voit donc que, pour rendre l'effet dynamique résultant de la dilatation de l'eau égal à celui que nous venons d'évaluer, il faudrait qu'on eût $\frac{N}{22} = 2550$; d'où $N = 56100$. Et comme N représente en mètres la hauteur de la colonne d'eau dont le poids mesure la pression supportée par les parois, il faudrait, pour satisfaire à la condition dont nous avons parlé, que cette pression pût être rendue 5000 fois plus grande que celle de l'atmosphère.

Si l'on considère maintenant combien cette pression surpasse celles qu'on peut produire, par exemple, dans les presses hydrauliques, on se convaincra facilement que, pour utiliser le nouveau moteur, il faudrait ou diminuer considérablement la charge que nous avons trouvée pour le piston, et se résoudre alors à n'obtenir qu'un effet beaucoup moindre que celui qu'on retire de l'emploi de tous les agens mécaniques connus; ou donner aux parois des épaisseurs si grandes, qu'indépendamment de la difficulté d'exécution, la masse du vase consommerait la plus grande partie de la chaleur qui lui serait communiquée.

Il me serait facile d'étendre le rapprochement que je viens de faire aux effets qu'on peut produire par la dilatation des solides; mais l'expérience a déjà prononcé à cet égard; car depuis long-temps M. Bonnemain avait fait, au Conservatoire des Arts, l'essai d'une machine dans laquelle le mouvement résultait des dilatations et des contractions d'une barre solide, alternativement échauffée et refroidie. L'appareil était simple, et cependant les effets qu'on en obtint présentèrent si peu d'avantages qu'on fut obligé d'y renoncer.

C'est donc uniquement par son action sur les fluides élastiques que la chaleur peut donner lieu au développement d'une force motrice immédiatement applicable aux machines. Quant aux effets qu'elle produit sur les solides et les liquides, ils ne pourront être employés avec quelque avantage que dans des circonstances tout-à-fait

particulières. Le procédé que rappelle M. Pattu, et à l'aide duquel on est parvenu à opérer le rapprochement de deux murs, nous offre l'exemple d'une application aussi utile qu'ingénieuse de la force de contraction d'un solide qui se refroidit. Mais le nombre des applications de ce genre est nécessairement très-limité; et dans toutes celles où l'on croirait pouvoir faire usage de la force provenant de la dilatation des liquides, il me semble évident qu'il y aurait toujours de l'avantage à employer de préférence la presse hydraulique dont les effets dépendent aussi de l'incompressibilité de l'eau.

Note *sur les Expériences de M.* George Rennie *sur la Force des matériaux, exposées dans le Cahier précédent.*

Par M. N....

La première idée des expériences sur la force des matériaux, du genre de celles de M. G. Rennie, est due à M. Gauthey, mort en 1807, inspecteur général des Ponts et Chaussées de France, à qui l'on doit la construction du canal du centre. Ses observations et la machine qu'il employa ont été publiées dans le *Journal de Physique* de 1774.

Plusieurs artistes et ingénieurs français ont depuis fait des expériences semblables, entre autres M. Soufflot, architecte de Sainte-Geneviève, M. Perronet, premier

ingénieur des Ponts et Chaussées, et M. Rondelet, architecte. La machine employée par M. Perronet existe encore à l'Ecole des Ponts et Chaussées, et a été gravée dans le 2me volume du *Recueil de Mémoires* publié par M. Lesage en 1808. Celle de M. G. Rennie n'en diffère point. M. Rondelet avait perfectionné cette machine en employant une vis, au lieu d'un levier, pour opérer plus également la pression. Son *Traité de l'Art de bâtir* renferme un grand nombre de résultats obtenus par ce moyen.

Le *Traité de la Construction des ponts*, ouvrage posthume de M. Gauthey, rédigé et publié, en 1809 et 1813, par M. Navier, son neveu, contient les dessins des machines dont on vient de parler, et le rapprochement de toutes les expériences sur la force des matériaux connues à cette époque. On pourra se convaincre, en les examinant, que des observations sur de très-petits échantillons, comme celles de M. G. Rennie, ne peuvent guère être considérées comme des guides fidèles dans la pratique.

Du Raffinage *actuel du Salpêtre, comparé au mode suivi avant la révolution.*

Par M. Longchamp.

Tous les arts chimiques ont reçu en France une puissante impulsion des besoins de la patrie pendant la révolution. Celui du salpêtrier, qui comprend le raffinage du salpêtre, a suivi l'impulsion scientifique de

tous les autres : cependant quelques doutes ont été élevés sur la bonté du mode actuel de raffinage. Mon but ici est d'en faire ressortir les avantages. Cette discussion sera utile ; car elle fixera l'opinion sur le meilleur mode de purification des sels dans les travaux en grand.

Je vais d'abord rappeler en peu de mots l'ancien et le nouveau procédé de raffinage du salpêtre.

Le raffinage ancien se faisait en *trois cuites*. On appelait salpêtre de *première cuite* celui que fabriquent les salpêtriers : ce salpêtre, dissous dans les $\frac{4}{5}$ de son poids d'eau et abandonné à la cristallisation, donnait celui de *seconde cuite ;* enfin, ce salpêtre de seconde cuite, redissous dans $\frac{1}{4}$ de son poids d'eau, et la liqueur suffisamment éclaircie par la colle forte, donnait pour produit le salpêtre de troisième cuite (1).

Le raffinage actuel consiste à faire dissoudre le salpêtre des salpêtriers dans un 5me de son poids d'eau, à retirer du fond de la chaudière le sel marin qui, étant en trop grande quantité, ne s'est pas dissous, à enlever les écumes, éclaircir la liqueur avec la colle forte, et ensuite la porter bouillante dans un grand bassin de cuivre où elle est sans cesse agitée jusqu'à son refroidissement. Le salpêtre pulvérulent que l'on obtient par ce procédé est mis dans des caisses de bois, où il est arrosé avec de l'eau jusqu'à ce que la pureté de celle-ci fasse connaître celle du salpêtre (2).

---

(1) *Elémens de Chimie* de M. Chaptal, t. I, p. 262.

(2) *Art de fabriquer la poudre à canon*, p. 89.

MM. Désormes et Clément ont publié (*Ann. de Chim.*, t. XCII, p. 248) un travail ayant pour titre : *De l'Epuration des corps par la cristallisation.* Ils ont eu pour but de prouver que la cristallisation était le meilleur moyen pour séparer les différens sels qui se trouvent dans un liquide. Ce principe, envisagé sous le rapport de la science, est très-vrai; mais, dans son application aux arts, il ne donne que des résultats imparfaits.

C'est avec crainte que j'entre en discussion avec MM. Désormes et Clément; je sais qu'ils joignent à une grande science de profondes connaissances dans les applications de la chimie aux arts; mais cependant je crois pouvoir prouver, contre leur assertion, que le mode de raffinage du salpêtre, tel qu'il était pratiqué lorsque M. Chaptal était l'un des chefs de l'Administration des Poudres, et tel qu'il l'a décrit dans ses *Elémens de Chimie*, est infiniment préférable à celui autrefois usité.

Ces Messieurs s'expriment ainsi (pag. 248-249) : « Souvent on croit voir des sels différens s'unir par la » cristallisation; aussi l'opinion que la cristallisation » était un moyen d'épuration très-imparfait s'est-elle fa- » cilement établie; et des chimistes renommés ont pro- » posé de troubler la cristallisation pour obtenir un plus » grand degré de pureté.

» Le raffinage du salpêtre se fait encore pour le gou- » vernement par un procédé fondé sur cette opinion. On » a soin d'agiter beaucoup la dissolution pendant qu'elle » se refroidit, afin que les sels étrangers ne se trouvent » pas, dit-on, renfermés dans l'intérieur des cristaux, » et qu'on puisse facilement les enlever par un lavage.

» Mais l'industrie libre n'a pas tardé à s'apercevoir que » ce procédé était défectueux, et que la cristallisation » lente et régulière était un procédé bien préférable; » aussi l'a-t-elle adoptée généralement, et l'autre pro- » cédé n'est plus suivi que dans les ateliers du gou- » vernement. »

Les chimistes qui, selon MM. Désormes et Clément, ont dit que l'on agitait continuellement la dissolution afin que les sels étrangers ne se trouvent pas renfermés dans l'intérieur des cristaux, ont bien mal saisi l'esprit du procédé, et ce dire ne pourrait être considéré que comme une inadvertance. Au surplus, si quelques-uns ont pensé ainsi, ce que j'ignore, cette opinion n'était cependant pas généralement adoptée; car M. Berzelius s'exprime ainsi (*Ann. de Chim.*, t. LXXXI, p. 290): « La force à laquelle les cristaux doivent leur formation » les sépare de toute combinaison chimique avec les » substances dissoutes dans l'eau-mère. Le nitre cru, » par exemple, donne des cristaux d'une couleur brune » ou jaunâtre; cependant le nitrate de potasse n'est pas » combiné ni avec cette matière colorante, ni avec les » muriates qu'on y trouve presque toujours. »

MM. Désormes et Clément, pour prouver que les sels qui cristallisent dans une eau-mère de sels différens n'entraînent aucune trace de sels étrangers dans leur cristallisation, ont retiré des cristaux de nitrate de potasse formés très-lentement dans une dissolution saturée d'hydrochlorate de soude, et qui, redissous dans l'eau, n'ont donné aucun précipité par le nitrate d'argent (page 250). Ces Messieurs oublient sans doute de dire qu'ils ont soigneusement lavé leurs cristaux dans l'eau

distillée ; car, ayant pris un salpêtre qui contenait moins de $\frac{1}{300}$ de son poids de muriate de soude, je l'ai fait dissoudre à chaud dans l'eau distillée ; les cristaux, soigneusement égouttés et ensuite redissous, ont laissé voir la présence du sel marin ; j'ai donc repris cette cristallisation, et je l'ai fait dissoudre dans l'eau distillée chaude ; les nouveaux cristaux obtenus ont encore donné des traces d'acide muriatique : ce n'est enfin que la troisième cristallisation qui m'a fourni un salpêtre pur.

Un fabricant de soude factice avait fait préparer pour moi un pain de sous-carbonate de soude ; ce sel avait été cristallisé à grande eau ; cependant les cristaux redissous donnèrent, par le nitrate de baryte, un abondant précipité de sulfate. Je repris donc ce sous-carbonate de soude par l'eau distillée bouillante, et les nouveaux cristaux qui se formèrent donnèrent encore, par le sel barytique, un précipité considérable insoluble dans l'acide nitrique ; ce n'est enfin qu'à la troisième cristallisation que j'obtins un sous-carbonate exempt de sulfate. M. Berthollet (*Nouv. Rech. sur l'Affin.*, p. 11) s'est également convaincu de la difficulté qu'il y a de purger par la cristallisation le sous-carbonate de soude du sulfate dont ses cristaux sont imprégnés.

M. Berzelius (*Ann. de Chim.*, t. LXXIX, p. 115) a trouvé que du nitrate de plomb trois fois cristallisé présentait encore des traces non équivoques de cuivre.

Ces exemples suffiraient sans doute pour prouver que la cristallisation est un mode très-lent de purification ; mais il en est un que je ne puis passer sous silence, car il est donné par un des plus savans chimistes dont s'honore la science.

Bergman (*Fabrication de l'alun*, page 353) a reconnu que lorsqu'on fait évaporer les eaux de lavage des matériaux alunifères sans y ajouter les eaux-mères des opérations précédentes, l'alun résultant de cette évaporation donnait, par une nouvelle cristallisation, des cristaux parfaitement purs; au lieu que lorsqu'on ajoutait des eaux-mères à la lessive crue, l'alun obtenu par une quatrième cristallisation était à peine comparable en pureté au précédent.

Quoique je sois en grande dissidence d'opinion avec MM. Désormes et Clément sur les applications qu'ils ont voulu faire du principe, mes idées sont entièrement conformes aux leurs sur le principe lui-même, c'est-à-dire, que je pense, comme eux, que du nitrate de potasse cristallise parfaitement pur au milieu d'une dissolution d'hydrochlorate de soude; du carbonate de soude cristallise parfaitement pur au milieu d'une eau-mère contenant du sulfate de la même base; et enfin, qu'en général un sel peut cristalliser à l'état de pureté au milieu d'une eau-mère composée d'autres sels; et je pense, comme eux, que ce n'est que par l'eau-mère qui s'attache aux cristaux que ceux-ci sont impurs.

Comment se fait-il que, partant du même principe, nos opinions soient toutes différentes lorsqu'il s'agit de l'application? C'est qu'il me semble que ces Messieurs ont peu étudié le raffinage du salpêtre; car ils repoussent un procédé qui est entièrement fondé sur le lavage des cristaux, et ils ne veulent pas voir que si l'on tend à avoir des cristaux de la plus grande ténuité, c'est pour les soumettre plus facilement au lavage.

Je viens de faire voir que la cristallisation sans le

lavage était pour les arts un mauvais mode de purification; je vais actuellement démontrer que le lavage exempte de cristallisations répétées.

Du nitrate de potasse cristallisé, que trois cristallisations successives amenaient difficilement à l'état de pureté, étant lavé, à plusieurs reprises, dans de l'eau distillée, ne donnait plus ensuite aucune trace de muriate. Le même sous-carbonate de soude qui a exigé trois cristallisations pour être parfaitement pur, ayant été lavé avec de l'eau distillée, n'a donné aucun indice de sulfate : seulement le nitrate de potasse demande un lavage plus soigné, parce que le réactif qui dénote un hydrochlorate est infiniment plus sensible que celui qui fait reconnaître l'acide sulfurique.

Par la comparaison des résultats du raffinage ancien et du raffinage pratiqué depuis la révolution, je ferai mieux ressortir encore les avantages de ce dernier.

J'ai pris 18 kilogrammes de salpêtre brut que j'ai dissous dans $5^k.5$ d'eau; après avoir enlevé les écumes, j'ai collé, et le collage terminé, la liqueur a été mise en refroidissement pendant quarante-huit heures, après quoi j'ai mis en égout pendant vingt-quatre heures.

Le poids du salpêtre était de	$14^k,8$;
Celui de l'eau-mère.	7,225.
100 parties de ce salpêtre traitées par le nitrate d'argent ont donné.. .	6,08 chlorure d'arg.
100 parties de l'eau-mère ont donné par le même réactif.	51,76.

J'ai repris $14^k.4$ du salpêtre ci-dessus, je les ai dissous dans quatre kilogrammes d'eau; après avoir écumé et

collé, j'ai laissé refroidir la liqueur pendant quarante-huit heures, et ensuite le sel a été mis en égout pendant soixante-douze heures.

Le poids du salpêtre était de	$13^k,5$;
Celui de l'eau-mère de . . .	4,09.
100 parties de ce salpêtre traitées par le nitrate d'argent ont donné :	1,36 chlorure d'arg.
100 parties de l'eau-mère traitées par le même réactif.	17,78.

J'ai repris $13^k,10$ du salpêtre de cette seconde cristallisation, je les ai redissous dans un peu plus de 3 kilogrammes d'eau; le peu d'écume qui s'est présenté a été enlevé, après quoi la liqueur a été mise en refroidissement pendant quarante-huit heures, et le sel est resté en égout pendant cent vingt heures.

Le poids du salpêtre était de	$12^k,5$;
Celui de l'eau-mère de . . .	3,5.
100 parties de ce salpêtre traitées par le nitrate d'argent ont donné :	0,35 chlorure d'arg.
100 parties de l'eau-mère ont donné, par le même réactif	3,84.

Ainsi, voici un raffinage fait par trois cristallisations, et non pas seulement par deux, comme cela se pratiquait autrefois, et le salpêtre contient encore 0,13 pour 100 de sel marin. Voyons si le raffinage actuel donnera des résultats plus avantageux.

Il a été pris 3410 kilogrammes de salpêtre brut, lesquels ont été mis dans un grand bassin de cuivre avec 1512 kilogr. d'eau provenant du lavage des terres salpêtrées : après trois ou quatre heures, l'eau a été écou-

lée, et il est resté de la quantité ci-dessus, 2880 kilogr. de salpêtre, lesquels perdaient 10,25 pour 100, qui se composaient de :

Sels étrangers,	3,75 ;
Eau,	6,50.

Ces 2880 kilogr. de salpêtre ont été mis dans une chaudière ; les écumes enlevées et le collage fini, la dissolution a été portée, comme il est d'usage, dans un grand bassin de cuivre, où elle a été agitée sans cesse jusqu'à son refroidissement. Le salpêtre qui s'est précipité a été mis dans des caisses à double fond, et arrosé avec de l'eau de puits. Après être resté en égout dans ces caisses pendant huit à dix jours, il a été séché et a produit 2243 kilogr. de salpêtre, lequel, dissous dans l'eau distillée, donnait à peine un léger louche avec le nitrate d'argent. On a reconnu qu'il contenait $\frac{1}{5000}$ de sel marin, et on a constaté que l'eau de puits qui a servi au lavage, et que le sel retenait encore lorsqu'il a été séché, a produit plus de la moitié de l'acide que le nitrate d'argent a dénoté : ainsi, si ce salpêtre eût été lavé avec de l'eau distillée, il n'aurait pas contenu $\frac{1}{10000}$ de sels étrangers.

Nous avons vu ci-dessus qu'après trois cristallisations il en contenait encore $\frac{13}{10000}$. Peut-on croire actuellement que le raffinage appelé *trois cuites*, et que j'ai fait en *quatre*, soit préférable à celui usité depuis la révolution, ainsi que l'assurent MM. Désormes et Clément ? Il est vrai, et je dois le dire, que lorsqu'on ne lavera pas le salpêtre brut avant que de le raffiner, de telle sorte qu'il ne contienne plus que 3 ou 4 pour 100 de sels étrangers lorsqu'on le mettra à la chaudière, on obtiendra

difficilement un sel d'une pureté convenable, et on en a des exemples. Mais le lavage du salpêtre brut faisait partie du procédé, ainsi qu'on le trouve décrit dans les *Elémens de Chimie* de M. Chaptal (t. I, p. 262), et les modifications qu'on a voulu y apporter n'ont pas été heureuses.

Il résulte de ces considérations que quoique généralement la cristallisation isole les sels, ils ne peuvent cependant pas être purifiés par ce moyen dans les travaux en grand, parce qu'il deviendrait trop coûteux et trop long. Le lavage, au contraire, est un excellent mode; il doit être adopté par tous les fabricans qui s'occupent de la purification des sels. Cette vérité est sans doute connue de la plupart des personnes qui dirigent ce genre de fabriques; mais si elle était nouvelle pour une seule, et qu'elle pût améliorer ses travaux, je serais satisfait du résultat de ces observations.

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 21 *septembre* 1818.

M. Onésiphore Pecqueur présente un Mémoire *sur la combinaison des rouages pour représenter les révolutions célestes.*

Au nom d'une commission, M. Fourier lit un rapport fort étendu sur un Mémoire présenté par M. Binet, inspecteur des études à l'Ecole royale Polytechnique, et

intitulé : *Recherches sur les principes généraux de mécanique, et exposition d'un nouveau principe analogue à celui des forces vives.*

Dans le théorême dont il est ici question, les élémens ne sont plus, comme pour le principe des forces vives, les vitesses des mobiles et les forces qui les sollicitent; ce sont les vitesses avec lesquelles les aires coniques parcourues par les rayons vecteurs des mobiles, constamment dirigés vers un même pole, sont décrites, et les momens des forces qui entrent dans l'expression de cette loi de mécanique générale. L'auteur fait voir que la somme des carrés de ces vitesses, qu'il appelle *aréolaires*, multipliées respectivement par les masses, dépend des momens des forces d'une manière semblable à celle dont la force vive d'un système de corps dépend des forces actives.

Le rapport est ainsi terminé : « Les recherches qui » tendent à perfectionner la mécanique générale intéressent à-la-fois les arts industriels et l'étude de la » nature. C'est d'après ces motifs, que la commission » chargée d'examiner le travail de M. Binet l'a jugé » digne de l'approbation de l'Académie, soit pour le » choix du sujet, soit pour la manière dont ce sujet a » été traité. La commission a donc l'honneur de vous » proposer d'insérer ce Mémoire dans le Recueil destiné » aux ouvrages des savans étrangers. »

M. Sané, au nom d'une commission, rend compte d'un ouvrage manuscrit de M. Dupin *sur l'architecture navale d'Angleterre.*

M. Dupin s'est spécialement arrêté sur les innovations et les perfectionnemens modernes qui lui ont paru pré-

senter des avantages. Depuis quelques années, les Anglais ont adopté un système, pour la charpente de leurs vaisseaux, que l'on avait tenté en France, il y a plus d'un siècle, mais alors sans beaucoup de succès. Le système consiste à supprimer le vaigrage de la cale, et à fortifier les liaisons perpendiculaires du bordage et de la membrure, par d'autres liaisons obliques intérieures. D'après le rapport de M. Dupin sur les avantages de ce système, les commissaires ont témoigné le desir que l'on en fît l'essai dans nos ports. M. Dupin, après avoir traité de tout ce qui tient à la construction des vaisseaux, décrit avec détail les arts secondaires qui se rattachent à son sujet. Il fait connaître les nombreuses expériences faites en Angleterre sur la résistance des fluides, sur la force des bois, des chanvres, des fers bruts et ouvrés.

En donnant un juste tribut d'éloges aux Anglais, dans la pratique des arts relatifs à l'architecture navale, il cite un passage très-remarquable d'un rapport écrit, en 1806, par les commissaires du roi d'Angleterre, et imprimé par ordre du Parlement, pour examiner les moyens de tirer la théorie des constructions navales de l'état d'enfance où elle est encore dans la Grande-Bretagne. « La théorie » de l'architecture navale a été portée plus loin par les » Français que par tout autre peuple : lorsque nous » avons construit exactement d'après la meilleure forme » des vaisseaux français que nous avons pris, et que » nous avons joint notre talent d'exécution aux connais- » sances théoriques de nos rivaux, nous avons obtenu » des bâtimens reconnus pour les meilleurs de notre » marine. »

Les commissaires ont été unanimement d'avis que

l'ouvrage de M. Dupin était digne des éloges, de l'approbation et des encouragemens de l'Académie.

L'ouvrage intitulé : *Architecture hydraulique et civile de la Grande-Bretagne*, par M. Dupin, sur lequel M. Prony a fait un rapport au nom d'une commission, a obtenu les mêmes suffrages de l'Académie. Les principaux ponts remarquables par la nouveauté de leur structure, les canaux qui présentaient des difficultés spéciales à vaincre, les phares, les édifices publics, les ports de commerce, et surtout les arsenaux de la marine militaire sont l'objet des descriptions de M. Dupin, et d'un examen raisonné. L'auteur fait connaître en outre, dans cet ouvrage, une foule de machines récemment inventées ou perfectionnées en Angleterre.

L'Académie se forme en comité secret.

Au nom de la Section de Mécanique, on présente la liste suivante des candidats pour la place vacante par la mort de M. Perrier : MM. Dupin et Binet, en première ligne; MM. Hachette, Cagniard-Latour, Gengembre et Manoury-d'Ectot.

Séance du lundi 28 septembre.

M. Guillié, médecin de l'Institution des jeunes aveugles, adresse un Mémoire *sur un nouveau couteau à cataracte*, de son invention.

L'Académie procède à l'élection d'un membre dans la Section de Mécanique. M. Dupin réunit la majorité absolue des suffrages, au premier tour de scrutin. Son élection sera transmise au Ministre de l'Intérieur pour être soumise à l'approbation de Sa Majesté.

On donne lecture d'un Mémoire de M. Portal *sur les Dilatations et Anévrismes du cœur.*

M. Biot lit un Mémoire *sur les Rotations des molécules de lumière dans les solides, les liquides et les gaz.*

Séance du lundi 5 octobre.

M. Humboldt présente le 9me Fascicule de son *Nova Genera et Species Plantarum.*

M. Thenard communique une nouvelle série d'observations sur les acides oxigénés : elles sont imprimées dans le Cahier précédent.

M. de Férussac lit un Mémoire *sur la nécessité de fixer un corps de doctrine pour la géographie et la statistique.*

M. Moreau de Jonnès lit les résultats de quelques recherches d'arithmétique politique sur la population des Antilles.

Séance du lundi 12 novembre.

Le Ministre de l'Intérieur transmet la confirmation accordée par Sa Majesté à l'élection de M. Dupin.

M. Duboul, propriétaire d'une corderie à Bordeaux, annonce des procédés de son invention, utiles pour l'art de la corderie, dont il se propose de faire l'essai à Paris.

M. Yvart lit un Mémoire intitulé : *Extrait de quelques observations sur les irrigations faites en France, en Italie, en Suisse et en Angleterre.*

M. Eggert adresse de Pétersbourg un Mémoire qui a

pour objet d'établir une nouvelle cosmogonie déduite de la théorie de la fermentation.

On reçoit un ballon où M. Fray a renfermé depuis long-temps de l'eau distillée, du gaz azote et du gaz hydrogène, et où il croit qu'il s'est produit des corps vivans.

Séance du lundi 19 octobre.

MM. Gay-Lussac et Bosc rendent compte de l'examen qu'ils ont fait du ballon envoyé par M. Fray. On a remarqué que le ballon ne contenait que de l'air atmosphérique, parce qu'il était très-mal fermé, et on n'y a trouvé rien de nouveau.

M. Larcher lit un Mémoire *sur l'Allaitement maternel, ses avantages et ses inconvéniens, et enfin sur l'Allaitement étranger et sur l'Allaitement artificiel.*

M. Faure fait la lecture d'un Mémoire *sur l'Iris et les Pupilles artificielles.*

On commence la lecture d'un Mémoire de M. Vene *sur l'Electricité.* Une commission est chargée d'en rendre compte.

Observations *magnétiques faites à bord des bâtimens envoyés vers le pole nord, par le Gouvernement anglais.*

Les observations que nous allons rapporter ont été faites *sur la glace* et hors l'influence des masses de fer répandues sur les bâtimens. Les longitudes sont toutes *occidentales*, et comptées à partir du méridien de Paris.

Dates.	Latitudes.	Longitudes.	Déclinaisons occidentales.	Inclinaisons.
9 juin 1818.	68°. 22′ N.	56°. 0′	67°. 39′	83°. 7′.
16 juin.	70°. 26′ ½	57°. 11′	71°. 30′	82°. 49′.
26 juin.	71°. 2′ ½	56°. 37′	75°. 29′	. . . . .
4 juillet.	72° 44′	. . . .	78°. 54′	. . . . .
5 juillet.	73°. 20′	. . . .	80°. 1′	. . . . .
. . . . .	74°. 1′ ½	aux 3 îles déjà vues par Baffin.		84°. 9′.
22 juillet.	74°. 55′	. . . .	84°. 30′	. . . . .
25 juillet.	75°. 5′	62°. 42′	87°.	84°. 25′.

On voit, par cette table, que, le 25 juillet 1818, l'expédition était déjà parvenue dans des parages où l'aiguille magnétique se dirigeait presque exactement *à l'ouest*. Il n'est même pas douteux, d'après la marche des résultats, qu'en s'éloignant encore davantage de l'équateur, elle aura trouvé des déclinaisons de plus de 90°. Cook et le chevalier de Langle, dans leurs voyages vers les deux poles, n'avaient jamais observé de déclinaisons au-dessus de 45°. Quant aux inclinaisons, on n'en trouvait jusqu'ici dans aucun ouvrage, de supérieures à 82°. 9′. (*Voy.* le Voyage du capitaine Phipps.)

Extrait *d'une Lettre de M.* Freycinet *à M.* Arago, *datée du Port-Louis, Ile-de-France.*

Le 16 juillet 1818.

« Je viens d'adresser au Ministre de la Marine le résumé des observations du pendule que j'ai faites tant à Rio-Janeiro qu'au Cap de Bonne-Espérance. Si pendant

le cours de mes relâches je suis assez heureux pour avoir quelque loisir, je m'empresserai d'en profiter pour rédiger un extrait des observations de même genre que je viens de terminer à l'Ile-de-France.

» Je continue toujours de faire avec beaucoup de détail les observations magnétiques dont je suis chargé.

» J'ai été obligé, à l'Ile-de-France, de virer mon bâtiment en quille pour faire réparer le cuivre du doublage, et par conséquent de le décharger et de le recharger. Cette circonstance, désagréable pour mon expédition, me forcera à brusquer quelques-unes de mes autres relâches; mais je tâcherai de faire que ce soit les moins importantes.

» Je vais aller d'ici à Bourbon pour prendre quelques vivres avant de me rendre à la Nouvelle-Hollande. »

(Les observations dont parle M. Freycinet dans cette lettre nous sont parvenues. Nous espérons pouvoir bientôt les faire connaître à nos lecteurs. L'expédition a dû partir de l'Ile-de-Bourbon le 28 juillet.)

PARTICULARITÉS *relatives à la chute d'une quantité considérable de poussière volcanique qui eut lieu dans l'île de la Barbade, en mai* 1812.

DANS la soirée du 30 avril 1812, on entendit pendant quelques instans, à l'île de la Barbade, des explosions tellement semblables aux décharges de plusieurs pièces de gros calibre, que la garnison du château Sainte-

Anne resta sous les armes toute la nuit. Le lendemain matin, 1er mai, l'horizon de la mer, à l'orient, était clair et bien défini; mais immédiatement au-dessus on apercevait un nuage noir qui couvrait déjà le reste du ciel, et qui même, bientôt après, se répandit dans la partie où commençait à poindre la lumière du crépuscule. L'obscurité devint telle alors, que dans les appartemens il était impossible de distinguer la place des fenêtres, et qu'en plein air plusieurs personnes ne purent voir ni les arbres à côté desquels elles se trouvaient, ni les contours des maisons voisines, ni même des mouchoirs blancs placés à cinq pouces des yeux. Ce phénomène était occasionné par la chute d'une grande quantité de poudre volcanique, provenant de l'éruption d'un volcan de l'île Saint-Vincent. Cette pluie d'un nouveau genre et l'obscurité profonde qui en était la suite, ne cessèrent entièrement qu'entre midi et une heure; mais plusieurs fois, depuis le matin, on avait remarqué, en s'aidant d'une lanterne, comme des espèces d'averses pendant lesquelles la poussière tombait en plus grande abondance. Les arbres d'un bois flexible ployaient sous le faix; le bruit que les branches des autres faisaient en se cassant, contrastait d'une manière frappante avec le calme parfait de l'atmosphère; les cannes à sucre furent totalement renversées, enfin, toute l'île se trouva couverte d'une couche de cendres verdâtres qui avait un pouce d'épaisseur.

La situation relative de la Barbade et de Saint-Vincent rend l'observation que nous venons de rapporter fort intéressante. Cette dernière île, comme on sait, est de vingt lieues *plus occidentale* que l'au-

tre. Les vents alizés, dans ces parages, et particulièrement en avril et mai, soufflent uniformément et sans interruption de l'est, avec une légère déviation vers le nord. Il faut donc admettre que le volcan de Saint-Vincent avait projeté l'immense quantité de poussière qui tomba sur la Barbade et les mers voisines, jusqu'à une hauteur où les vents alizés non-seulement ne se faisaient pas sentir, mais dans laquelle régnait même un courant diamétralement opposé. Il est, du reste, aisé de voir, si l'on adopte l'explication que la plupart des physiciens donnent des vents alizés, qu'il doit y avoir *constamment* entre les tropiques un courant *supérieur* dirigé de l'ouest à l'est, analogue à celui qui, le 1er mai 1812, transporta la poussière volcanique de Saint-Vincent à la Barbade; et que les preuves de l'existence d'un tel courant peuvent être rapportées à l'appui de l'explication dont il s'agit.

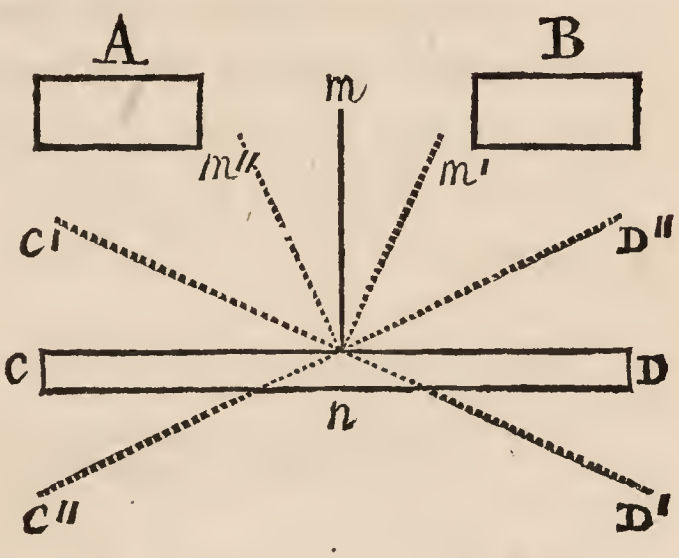
Nous avons pris les détails qui ont servi à la rédaction de cet article dans un recueil anglais dont il paraît, tous les mois, un Numéro sous ce titre : *The Edinburgh Monthly magazine.* Voici maintenant l'analyse chimique de la poussière en question, telle que la donne le Dr Thomson dans le tome IV de son Journal, page 235 :

Oxide de fer,	1;
Terre calcaire,	8;
Silice et alumine,	91.
	100.

Sur *le Mouvement perpétuel* (1).

(Article extrait littéralement d'une lettre du Dr Brewster, d'Edimburgh.)

« J'ose à peine vous annoncer qu'on montre, dans » ce moment, à Edimburgh, une machine exécutée par » un cordonnier de la ville de Linlithgow, et qui réa- » lise *le mouvement perpétuel.* Cet effet est produit par » 2 aimants *A* et *B* » agisssant alternati- » vement sur une ai- » guille *mn* dont le » point d'attache *n* » correspond exac- » tement à l'axe au- » tour duquel tourne » le levier mobile

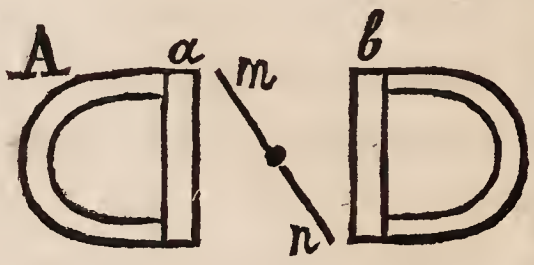


» *CD.* Quand l'aiguille *mn* a été attirée dans la » position *m'n* par l'action de l'aimant *B*, et que, » par suite, *CD* se trouve en *C'D'*, *une substance* » liée (*connected*) à *mn*, est amenée par le méca- » nisme entre *m'n* et *B*. Cette substance a la propriété » d'intercepter ou plutôt de modifier l'action de l'ai- » mant *B*, et permet ainsi à l'autre aimant *A* d'attirer

(1) Le lecteur devinera aisément que si nous publions cet article, c'est uniquement à cause de la grande réputation dont jouit le savant à qui nous le devons.

» l'aiguille dans la position $m''n$; mais à peine y est-
» elle arrivée, qu'une seconde lame de la même sub-
» stance se place devant l'aimant, et aussitôt B attire
» de nouveau l'aiguille.

» Le dessin ci-joint vous fera connaître une seconde
» forme de la machine. A
» et B sont deux aimants
» en fer à cheval; a et b
» la *substance mystérieuse*
» (*the misterious substan-*
» *ce*), et mn l'aiguille qui tourne constamment avec
» une grande rapidité. M. Playfair et le capitaine Kater
» ont vu l'un et l'autre ces machines, et conviennent
» qu'elles résolvent le problême du mouvement per-
» pétuel. »



Sur *l'Acide chlorique oxigéné.*

En faisant connaître le beau travail de M. le comte de Stadion sur la décomposition du chlorate de potasse par l'acide sulfurique, qui l'a conduit à la découverte d'un acide nouveau très-remarquable, j'avais conjecturé (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. VIII, p. 412) que les proportions qu'il donne pour cet acide, savoir : une de chlore et sept d'oxigène, n'étaient point exactes; mais des conjectures doivent faire place aux résultats de l'expérience. J'ai préparé le chlorate oxigéné de potasse, et en le décomposant par le feu, j'ai trouvé, comme le comte de Stadion, qu'il donne huit proportions d'oxigène, dont une appartient à la potasse du chlorate, et

les sept autres à l'acide. Ainsi, les quatre combinaisons du chlore avec l'oxigène sont formées de la manière suivante :

	Chlore.	Oxigène.
Protoxide de chlore,	1 proportion	1
Deutoxide de chlore,	1	4
Acide chlorique,	1	5
Acide chlorique oxigéné,	1	7

G. L.

Sur *la Combustion de l'alcool dans la lampe sans flamme.*

M. Dalton, en considérant la combustion de l'alcool dans la lampe sans flamme au moyen d'un fil de platine, avait pensé qu'il était possible que les produits fussent différens de ceux que donne la combustion ordinaire, et qu'il se formât de l'oxide de carbone plutôt que de l'acide carbonique. Mais en tenant une lampe à l'alcool sans flamme sous une cloche remplie d'air atmosphérique, les produits ont été les mêmes que ceux que donne une lampe avec flamme, et il ne s'est point formé d'oxide de carbone. Seulement la lampe sans flamme a enlevé beaucoup plus d'oxigène à l'air avant de s'éteindre, que la lampe avec flamme. Dans une expérience, la lampe sans flamme ne s'est entièrement éteinte qu'après avoir ré-

duit l'oxigène de l'air à 8 centièmes ; tandis que l'autre s'est éteinte après l'avoir réduit à 16. (*Annals of Phil.* XII. 245.)

Nouvel Hydromètre.

On annonce que M. Brewster a construit un nouvel instrument qu'il appelle *hydromètre capillaire*, et qui fait connaître d'une manière fort simple la force et la gravité spécifique des liqueurs spiritueuses.

Cet instrument est formé par une petite boule à laquelle un tube capillaire est adapté. Quand la boule est remplie d'un certain liquide, on la renverse, et le *nombre* de gouttes qui se détachent du tube, pendant que la boule se vide, est l'élément d'où l'on peut déduire la pesanteur spécifique cherchée. Il faut seulement faire à l'avance, avec le même appareil, des expériences toutes semblables, en se servant de mélanges déterminés d'eau et d'alcool.

Une boule de 1 pouce $\frac{1}{3}$ de diamètre donnait en se vidant 724 gouttes, quand elle était remplie d'eau, et 2117 lorsque le liquide qui s'écoulait était de l'alcool ordinaire à l'épreuve (*ordinary proof spirits*), ayant 0,920 de pesanteur spécifique. On avait ainsi une échelle de 1393 unités pour évaluer la différence entre 1 et 0,920 de pesanteur spécifique.

Cet instrument, comme les autres hydromètres, exigera une correction relative à la température du liquide.

Sur *les Pluies des tropiques.*

Tous les voyageurs s'accordent à représenter les pluies d'orage des tropiques, comme beaucoup plus abondantes que celles qui tombent dans nos climats; mais ils n'ont eu que fort rarement l'occasion de fournir, à cet égard, des données précises. Les résultats suivans nous semblent donc devoir intéresser les météorologistes.

Le 21 octobre 1817, le vent soufflant de l'ouest avec une grande violence, il tomba, à l'île de la Grenade, 8 pouces d'eau (20 centimètres), dans le court espace de vingt-une heures. Les rivières s'élevèrent de 30 pieds (9 mètres) au-dessus de leur niveau ordinaire. Le baromètre marquait $0^m,7472$.

Du 20 octobre au 20 novembre 1817, on recueillit, à la Grenade, 16 pouces d'eau (43 centimètres), c'est-à-dire, presque autant qu'il en tombe à Paris durant toute l'année.

JOURS.	9 heures du matin			Midi.			3 heures du soir.			9 heures du soir.			Thermomètre.		État du ciel à midi.	Vents.
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	746,26	+16,6	77	745,93	+19,1	71	745,41	+18,8	64	746,50	+14,2	92	+19,1	+11,9	Quelques gout. d'eau.	S.
2	748,62	+14,0	90	749,21	+17,7	75	749,06	+18,1	71	751,20	+13,7	96	+18,1	+12,7	Couvert	S.
3	752,19	+14,1	91	752,73	+15,5	92	751,25	+17,2	92	750,64	+17,7	99	+17,7	+ 9,9	Pluie fine.	S.
4	751,50	+16,2	99	751,04	+17,8	81	750,15	+19,0	66	751,37	+13,0	94	+19,0	+13,0	Couvert.	S. O. f.
5	749,63	+14,4	85	749,20	+17,0	69	748,28	+17,8	62	746,22	+14,2	84	+17,7	+11,5	Très-nuageux.	O.S O. f.
6	744,50	+12,4	84	744,51	+15,4	65	744,04	+15,2	62	744,68	+ 8,7	95	+15,4	+ 8,7	Nuageux.	S. O.
7	746,28	+ 9,6	90	746,63	+13,4	80	746,30	+13,2	82	747,06	+10,7	93	+13,4	+ 6,0	Couvert, brouillard.	O.
8	749,25	+10,0	89	750,09	+14,0	68	749,70	+15,0	60	752,19	+11,7	78	+15,0	+ 8,0	Nuageux.	N. E.
9	753,10	+10,5	84	753,12	+14,0	63	752,64	+15,0	52	753,81	+10,0	90	+15,0	+ 8,0	Légers nuages.	N. E.
10	753,68	+ 9,7	90	752,91	+15,0	75	752,20	+16,2	65	752,33	+12,7	93	+16,2	+ 4,2	Quelques éclaircies.	S.
11	752,49	+15,0	92	752,20	+18,0	74	751,75	+17,5	77	751,94	+15,0	90	+18,0	+12,6	Très-nuageux.	S. O.
12	755,08	+15,7	84	755,93	+18,5	67	755,91	+18,2	59	757,33	+11,5	94	+18,5	+11,5	Nuageux.	S. O.
13	757,58	+13,5	91	757,59	+18,7	71	757,20	+19,7	61	758,81	+13,0	92	+19,8	+ 7,5	Légers nuages.	S. E.
14	759,49	+13,9	83	758,80	+18,1	66	757,70	+18,6	62	758,07	+12,8	99	+18,1	+ 9,0	Beau.	S. E.
15	759,23	+12,2	92	758,88	+16,8	73	758,05	+20,0	62	758,70	+12,9	99	+20,0	+ 8,0	Nuageux, brouill.	S. E
16	759,47	+13,0	91	759,28	+19,5	64	758,76	+19,7	63	759,40	+13,6	90	+19,8	+ 9,7	Très-nuageux.	s. e. faib.
17	759,76	+12,7	90	759,43	+17,4	80	758,40	+19,5	64	758,05	+13,5	91	+19,5	+ 9,1	Légers nuages.	S. E.
18	757,87	+ 9,4	94	757,74	+12,0	90	757,58	+12,0	90	758,12	+10,0	100	+12,0	+ 8,0	Brouillard épais	S. E.
19	758,02	+ 8,7	87	757,24	+11,7	56	756,48	+12,2	54	757,39	+ 8,7	80	+12,2	+ 6,2	Nuageux.	S. E.
20	760,43	+ 5,2	87	760,68	+10,4	75	760,47	+12,0	49	761,92	+ 7,6	89	+10,4	+ 2,2	Brouillard.	S. E.
21	761,70	+ 6,0	75	760,46	+11,0	52	759,22	+12,2	47	758,12	+ 1,8	64	+12,2	+ 1,8	Beau.	E.
22	756,25	+ 7,0	87	755,81	+12,1	67	754,88	+13,0	58	755,35	+ 9,0	83	+13,0	+ 3,7	Beau.	E.
23	755,91	+ 7,7	90	755,75	+12,7	74	755,52	+13,7	67	756,53	+ 8,8	81	+13,8	+ 5,4	Nuageux.	S. E.
24	757,77	+ 8,0	89	758,14	+11,4	92	757,76	+12,7	96	758,20	+10,9	91	+12,8	+ 6,8	Couvert.	S. E.
25	759,36	+10,1	87	759,44	+14,9	70	758,56	+16,2	63	759,21	+11,5	82	+16,2	+ 7,2	Légers nuages.	S. E.
26	760,27	+12,5	81	760,30	+16,2	65	759,44	+17,6	60	760,84	+12,1	80	+17,6	+ 9,2	Nuageux.	S. E.
27	762,18	+ 9,1	85	762,15	+13,5	63	761,70	+16,2	61	763,12	+ 8,0	92	+16,2	+ 6,2	Légers nuages.	S. E.
28	764,60	+ 6,2	96	764,31	+13,0	76	763,79	+15,5	43	764,53	+ 7,5	76	+15,5	+ 2,0	Beau, léger brouill.	S E.
29	766,58	+ 6,0	88	767,04	+12,0	99	766,40	+14,5	91	766,94	+12,0	100	+14,5	+ 2,1	Couvert.	S faible.
30	765,74	+ 9,0	97	766,07	+11,1	90	765,00	+14,2	68	764,56	+ 6,2	98	+14,2	+ 6,2	Brouillard.	E. faible.
31	762,74	+ 5,2	96	762,00	+ 9,5	97	760,27	+10,5	86	759,61	+10,2	90	+10,5	+ 2,8	Brouillard épais.	E.
1	749,50	+12,7	88	749,54	+15,9	74	748,90	+16,6	68	749,60	+12,7	91	+16,7	+ 9,4	Moyennes du 1 au 10.	
2	757,94	+11,9	89	757,77	+16,1	72	757,23	+16,9	64	757,97	+11,9	92	+16,8	+ 8,4	Moyennes du 11 au 20.	
3	761,28	+ 7,9	88	761,04	+12,5	77	760,23	+14,2	67	760,64	+ 8,9	86	+14,2	+ 4,8	Moyennes du 21 au 31.	
	756,40	+10,8	88	756,27	+14,8	74	755,61	+15,8	66	756,22	+11,1	90	+15,8	+ 7,5	Moyennes du mois + 11,7.	

SUITE

Des Recherches sur un nouveau corps minéral trouvé dans le soufre fabriqué à Fahlun.

PAR J. BERZELIUS.

Acide sélénique et acide muriatique.

L'ACIDE sélénique ne paraît avoir aucune affinité particulière avec les acides qui contiennent de l'eau, puisqu'il s'en laisse aisément séparer par la distillation, sans qu'il y ait des phénomènes qui parlent en faveur d'une combinaison. D'un autre côté, il a la propriété de se combiner avec l'acide muriatique anhydre, en produisant un acide double, analogue à ceux qui sont formés par l'acide phosphorique, l'acide carbonique, etc. avec l'acide muriatique.

Si on met du sélénium dans un petit globule de verre formé sur le milieu d'un morceau de tube de baromètre, et que l'on y introduise du gaz oxi-muriatique, celui-ci est absorbé par le sélénium, qui s'échauffe, se liquéfie, et forme d'abord un liquide brun. En y introduisant plus de gaz oxi-muriatique, il en absorbe de nouvelles quantités, jusqu'à ce qu'il soit converti en une masse blanche solide, composée d'acide muriatique et d'acide sélénique, sans eau. Si on chauffe cet acide double, il se rétrécit un peu, sans se fondre, et s'évapore ensuite en forme d'un gaz jaune, tout comme l'acide sélénique seul. Il se condense sur les parties

froides de l'appareil en forme de petits cristaux blancs. Si on fait continuer la sublimation, le sublimé s'échauffe un peu, et forme une masse blanche, dense, comme à demi fondue, qui par le refroidissement se remplit de petites crevasses. Il se dissout dans l'eau en dégageant du calorique et avec une espèce d'effervescence, produite par un gaz qui se condense de nouveau par le liquide. La dissolution est incolore, limpide et fortement acide.

Si on mêle l'acide double anhydre avec du sélénium, l'acide se colore tout de suite en jaune à l'endroit où il est touché par ce dernier; et si on les chauffe, ils se combinent, et forment un corps huileux d'un jaune brunâtre, transparent et volatil, quoiqu'il faille une température plus élevée pour le distiller que pour l'acide double. Le corps huileux va au fond dans l'eau, et s'y conserve quelques momens en état liquide. L'eau le décompose cependant après quelque temps; elle en extrait de l'acide muriatique et de l'acide sélénique, et laisse du sélénium conservant la forme du corps huileux. Il est cependant difficile de le priver entièrement d'acide muriatique, et il m'est toujours arrivé, après avoir pulvérisé le sélénium restant et l'avoir extrait par de l'eau bouillante, que le papier sur lequel je l'ai séché est devenu friable par l'influence d'une portion d'acide muriatique qui s'en est dégagée pendant l'exsiccation.

Composition quantitative de l'acide sélénique. J'ai trouvé presque impossible de déterminer exactement la composition de l'acide sélénique par la voie directe; et parmi les méthodes que j'ai essayées, aucune ne m'a

paru plus convenable que l'analyse de l'acide double dont nous venons de faire la description.

Pour faire cette analyse, j'ai pris un morceau de tube de baromètre; j'ai soufflé au milieu deux boules d'un pouce de diamètre, à la distance de deux pouces l'une de l'autre : dans l'une de ces boules j'ai mis un morceau de sélénium, dont le poids était déterminé avec exactitude, et j'ai ensuite tiré les deux bouts du tube en forme de tubes presque capillaires. (Le but de la seconde boule était de recevoir les vapeurs d'acide double qui auraient pu se volatiliser par la chaleur dégagée dans la boule qui contenait le sélénium.) L'appareil, ainsi préparé, fut exactement pesé. J'y introduisis ensuite du gaz oxi-muriatique qui avait passé par un tube de 21 pouces de longueur, et qui contenait du muriate de chaux. Le gaz fut introduit par le tube du côté du sélénium, et on continua l'opération pendant cinq heures, ou jusqu'à ce que le sélénium fût entièrement saturé de gaz oxi-muriatique. L'acide double, ainsi obtenu, avait quelques petites taches jaunâtres que je ne pus point faire disparaître. On chassa le gaz oxi-muriatique resté dans l'appareil, moyennant de l'air atmosphérique qu'on fit auparavant passer à travers le tube rempli de muriate de chaux; ensuite on pesa l'appareil. Il avait gagné, sur 1 gramme de sélénium, 18.79 en poids, et avait par conséquent donné 28.79 d'acide double. Si, d'après les expériences que j'ai rapportées ailleurs (1), 100 de gaz oxi-muriatique présupposent 22.59 d'oxi-

(1) *Afhandlingar i Fysik, kemi och mineralogi.* 5 H. p. 381.

gène, il s'ensuit de cette expérience que 100 de sélénium se sont combinés avec 40.436 d'oxigène.

Mais pouvant supposer que le gaz absorbé, malgré les précautions que j'avais prises, avait retenu de l'eau, j'ai tâché de m'en assurer de la manière suivante : j'ai fait dissoudre l'acide double dans de l'eau, ayant soin que rien ne se perdît, et j'ai précipité le liquide par du nitrate d'argent. Le précipité, qui était un mélange de muriate et de séléniate d'argent, a été lavé avec de l'eau bouillante, aiguisée par de l'acide nitrique, aussi long-temps que celui-ci a enlevé quelque portion de séléniate d'argent. Le muriate d'argent, lavé, séché et fondu, pesait $7^g.2285 = 1^g.38$ d'acide muriatique anhydre, et $= 40.274$ d'oxigène combinés avec 100 de sélénium. En admettant que l'analyse ait pu se faire sans perte, le gaz oxi-muriatique a dû contenir $0^g.0073$ d'humidité ; mais comme il n'est guère probable qu'une petite perte ait pu être évitée, il est à présumer que la véritable quantité d'oxigène est entre 40.274 et 40.436 : je l'ai prise à 40.33 pour 100 de sélénium.

Dans une autre expérience où je n'avais pu me procurer encore que $0^g.937$ d'acide double, j'ai obtenu $2^g.43$ de muriate d'argent fondu ; ce qui fait 40.1 d'oxigène sur 100 de sélénium ; mais je considère le résultat de l'expérience faite plus en grand comme plus digne de confiance, surtout parce que l'autre m'avait servi à étudier la méthode de conduire l'opération analytique.

Il s'ensuit donc que l'acide sélénique contient :

Sélénium,	71,261	100.00 ;
Oxigène,	28,739	40.33.

D'après des expériences dont je rendrai compte plus bas, il paraît très-probable que l'acide sélénique contient deux atomes d'oxigène sur un de radical : dans ce cas, un atome de sélénium pèse 495.91 ; un atome d'oxigène étant supposé peser 100.

J'ai fait une expérience pour saturer l'acide double de sélénium jusqu'à ce que, au moyen de la chaleur, il cessât d'en dissoudre, et je crois avoir trouvé qu'il peut se combiner avec trois fois autant de sélénium qu'il en contient d'avance. J'ai pesé une portion de la combinaison saturée, et je l'ai ensuite décomposée par l'eau ; j'ai bien lavé et séché le sélénium séparé par cette dernière, et son poids surpassa même un peu trois fois celui du sélénium dans la partie dissoute par l'eau. Mais il se trouvait aussi que toute la quantité de l'acide muriatique n'avait pu être enlevée, puisque le filtre en avait été attaqué pendant le desséchement. Si cette combinaison est un muriate d'oxide de sélénium, et non pas une dissolution de sélénium dans un sel muriate, l'oxide de sélénium qu'il contient doit être composé de deux atomes du radical et d'un d'oxigène ; le cas est le même pour l'oxide de soufre supposé exister dans le muriate d'oxidule de soufre (le protochlorure de soufre de la nouvelle hypothèse sur la nature de l'acide muriatique.)

Réduction du sélénium à l'état de combustible. L'acide sélénique se réduit facilement tant par la voie humide que par la voie sèche. Une dissolution d'acide sélénique, mêlée d'acide muriatique, ne produit aucune trace de gaz oxi-muriatique, même par l'action de la chaleur. Si dans cette solution on introduit un morceau de zinc ou de fer poli, le métal prend tout de suite une couleur de

cuivre, et le sélénium se précipite peu à peu en forme de flocons rouges, bruns ou gris-noirâtres, selon que la température est plus ou moins élevée. Si on mêle l'acide sélénique avec de l'acide sulfurique, le sélénium se précipite plus lentement et contient du soufre. Si l'acide sélénique contient de l'acide arsénique ou du séléniate de mercure, le sélénium est encore plus difficile à précipiter sur le fer ou sur le zinc. Le sélénium précipité par le fer donne toujours par la distillation un résidu de séléniure de fer.

La manière la plus commode de séparer le sélénium d'une dissolution, est de rendre le liquide légèrement acide, et d'y ajouter du sulfite d'ammoniaque. L'acide libre dégage l'acide sulfureux, et l'acide sélénique est peu à peu décomposé par le premier. Le liquide, d'abord limpide, commence à jaunir, devient trouble, acquiert une belle couleur rouge de cinabre, et dépose, après quelques heures, des flocons rouges en abondance. Le sélénium ne se précipite point complètement à froid; il faut chauffer le mélange jusqu'à l'ébullition, et pour le précipiter entièrement, il faut laisser bouillir pendant une demi-heure, et de temps en temps y ajouter de nouvelles portions de sulfite d'ammoniaque. Le précipité qui se forme par l'ébullition est gris noirâtre ou presque noir. Si le liquide contient de l'acide nitrique, le sélénium ne se précipite point complètement avant que cet acide soit décomposé par l'acide sulfureux. Il vaut mieux alors ajouter au liquide de l'acide muriatique et l'évaporer jusqu'à ce que l'acide nitrique soit décomposé, le redissoudre dans l'eau, et ensuite y ajouter le sulfite d'ammoniaque.

J'ai déjà dit plus haut que le séléniate de potasse chauffé avec du muriate d'ammoniaque donne du sélénium réduit, par l'action désoxidante de l'ammoniaque. A cette occasion, on perd cependant toujours une petite quantité de sélénium qui, en forme d'acide, suit l'eau qui distille; et si on ne fait point continuer la chaleur assez long-temps, la couche supérieure dans la cornue peut contenir du sélénium non réduit, que l'on retrouve en chauffant la dissolution des sels restés dans la cornue avec de l'acide sulfureux. Pendant cette réduction, j'ai toujours cru remarquer qu'il se forme un gaz sélénié qui se décompose par l'air atmosphérique du récipient, et dépose des pellicules métalliques extrêmement minces sur la surface du liquide distillé, ainsi que sur le verre : il paraît être de l'hydrogène sélénié. En tout cas, la quantité n'en est pas beaucoup considérable. Si le séléniate de potasse contient de l'arsenic, le sélénium réduit contient aussi de l'arsenic, et il se dégage durant la réduction un gaz qui sent fortement l'ail.

5. *Séléniure d'hydrogène; gaz hydrogène sélénié.*

Si on fait fondre ensemble du sélénium et du potassium, et que l'on ajoute de l'eau à la masse fondue, elle se dissout dans l'eau sans dégagement d'aucun corps élastique. La dissolution a une couleur de bière foncée, et contient de l'hydroséléniure de potasse. Si on y ajoute de l'acide muriatique, une grande portion du sélénium se précipite, et le liquide prend l'odeur du gaz hydrogène sulfuré, sans cependant qu'il y ait lieu à aucune effervescence si toutefois la dissolution n'est point extrêmement concentrée.

Si on verse de l'acide muriatique délayé sur du séléniure de potassium dans une petite cornue, celui-ci se gonfle, devient rouge et dégage avec effervescence un gaz, qui est du séléniure d'hydrogène, ou du gaz hydrogène sélénié. Si on laisse passer ce gaz sous une cloche dans de l'eau privée d'air par l'ébullition, le gaz s'y dissout bientôt complètement. L'eau n'en prend aucune couleur; mais, après quelques minutes, elle commence à opaliser un peu en rouge, et dépose un peu de sélénium : ce phénomène est dû à un reste d'air atmosphérique. La dissolution du séléniure d'hydrogène dans l'eau a un goût hépatique, rougit le papier de tournesol, et donne à la peau une couleur brune qu'on ne peut enlever par l'eau. Dans l'air, cette dissolution devient rougeâtre dans les couches supérieures, dépose du sélénium, et se décompose enfin entièrement. L'acide nitrique, ajouté en très-petite quantité, ne décompose pas le gaz, et j'ai trouvé qu'après douze heures, l'eau conservait encore sa propriété de précipiter des sels métalliques. Le gaz hydrogène sélénié s'évapore moins facilement de l'eau que le gaz hydrogène sulfuré; par cette raison, l'eau qui en est imprégnée n'a qu'une faible odeur, même lorsqu'elle contient la moitié de son volume de gaz hydrogène sélénié. Au reste, je n'ai pas déterminé à quel degré ce gaz est soluble dans l'eau; mais il paraît qu'il l'est beaucoup plus que le gaz hydrogène sulfuré.

L'eau imprégnée de ce gaz précipite toutes les dissolutions métalliques, même celles de fer et de zinc, lorsqu'elles sont neutres. Les précipités sont en général noirs ou bruns, et prennent un brillant métallique lorsqu'on les touche avec une hématite polie. Les

précipités de zinc, de manganèse et de cérium font cependant exception ; ils ont une couleur de chair. Les précipités bruns et noirs sont des séléniures métalliques ; mais les précipités rouges sont, du moins dans les premiers momens, des hydroséléniures qui, par l'influence de l'air atmosphérique, se convertissent, en peu de temps, en séléniures d'oxide, comme je le prouverai plus bas.

Le gaz hydrogène sélénié se décompose aisément par le concours de l'eau et de l'air. Si le gaz vient en contact avec un corps humide, l'humidité l'absorbe, l'oxigène de l'air le décompose, et le corps humide se colore en rouge de cinabre. Le sélénium qui se dépose ainsi pénètre les corps poreux, surtout les substances organiques, de manière à ne pas pouvoir en être séparé mécaniquement. Un morceau de papier humide devient rouge dans l'intérieur ; un morceau de bois est pénétré à quelque distance au-dessous de sa surface, et un tuyau de gomme élastique qui avait été employé dans une expérience pour conduire le gaz hydrogène sélénié en eut sa masse entière colorée d'un beau rouge.

Sur la trachée-artère et sur les organes de la respiration, ce gaz produit des effets qui paraissent pouvoir facilement devenir dangereux. Son effet sur les parties intérieures du nez est de produire d'abord une odeur complètement ressemblante à celle du gaz hydrogène sulfuré ; mais à peine l'a-t-on sentie, qu'une sensation à-la-fois piquante, astringente et douloureuse, se répand sur tous les endroits que le gaz vient de toucher. Cette sensation a beaucoup d'analogie avec celle qui est causée par le gaz silico-fluorique ; mais cette dernière

est très-peu de chose en comparaison des effets du gaz hydrogène sélénié. Les yeux deviennent à l'instant rouges et enflammés, et l'odorat disparaît entièrement.

Dans ma première expérience de sentir l'odeur de ce gaz, je présume que j'en ai laissé entrer dans l'une des narines une bulle de la grosseur d'un petit pois, et elle me fit tellement perdre toute espèce d'odorat que je pouvais mettre un flacon d'ammoniaque caustique concentrée sous le nez, sans en sentir l'odeur. L'odorat commença, après cinq ou six heures, à se rétablir; mais je souffris pendant quinze jours d'un rhume très-fort.

Une autre fois que je préparais ce gaz, je sentis une faible odeur hépatique autour de l'appareil parce qu'il n'était pas parfaitement fermé. L'ouverture était cependant très-petite, et lorsque je l'eus couverte d'une goutte d'eau, j'en vis sortir de petites bulles de la grosseur d'une tête d'épingle. Je portai l'appareil sous le soupirail, dans le laboratoire, pour ne pas en être incommodé. J'eus d'abord une sensation piquante dans le nez; les yeux devinrent rouges, et des symptômes de rhume commencèrent à se manifester; mais le tout dans un degré insignifiant. Après une demi-heure, je fus attaqué d'une toux sèche et très-pénible qui continua long-temps, et qui enfin fut accompagnée d'une expectoration dont le goût était entièrement analogue à celui des vapeurs d'une solution bouillante de sublimé corrosif. Les effets disparurent enfin par l'usage d'un vésicatoire sur la poitrine. Je crois pouvoir assurer que la quantité de gaz hydrogène sélénié qui, dans ces deux occasions, agissait sur mes organes de la respiration, était beaucoup inférieure à celle qu'il aurait fallu

d'une autre substance inorganique quelconque, pour produire des effets sensibles. Il paraît que tous ces effets dérivent de ce que le gaz étant absorbé par l'humidité de la membrane intérieure, et décomposé par l'oxigène de l'air, le sélénium fait une espèce d'incrustation nuisible sur les parties vivantes, et dont l'économie animale tâche de se défaire.

Pour déterminer la composition du séléniure d'hydrogène, j'ai fait passer un courant de gaz hydrogène sélénié dans une dissolution d'acétate d'argent qui venait d'être privée d'air par une ébullition quelque temps soutenue. Le précipité noir qui en résulta, bien lavé et ensuite séché à une température bien au-dessus de 100°, pesait 1g.888. Je le fis ensuite dissoudre dans de l'acide nitrique pur, et je versai la dissolution encore bouillante dans un mélange chaud d'acide muriatique et d'eau. Il s'y forma un précipité de muriate d'argent qui, après avoir été bien lavé, séché et fondu, pesait 1g.844, équivalens à 1g.389 d'argent. Le séléniure d'argent contenait par conséquent 0g.499 de sélénium; mais 1g.389 d'argent avaient perdu 0g.1028 d'oxigène lors de leur réduction de l'état oxidé. La quantité d'hydrogène nécessaire pour cette réduction est 0g.01363, laquelle par conséquent était combinée avec les 0g.499 de sélénium. Cette quantité de sélénium aurait demandé 0g.2015 d'oxigène pour être acidifiée; mais cette quantité d'oxigène est presque précisément deux fois celle que l'argent venait de perdre.

Il s'ensuit qu'un atome d'argent avait été combiné avec deux atomes de sélénium, et comme l'oxide d'argent est supposé contenir deux atomes d'oxigène, il faut

que ces deux atomes aient été combinés avec quatre atomes d'hydrogène. Le séléniure d'hydrogène est donc composé de deux atomes d'hydrogène et d'un atome de sélénium ; ce qui est analogue tant à la composition du sulfure d'hydrogène, qu'à celle de l'eau.

Le gaz hydrogène sélénié et le séléniure d'hydrogène sont donc composés, en poids, de :

Sélénium,	97.4	495.91 = Se.
Hydrogène,	2.6	13.27 = 2 H.

6. *Sélénium avec soufre et phosphore.*

Sulfure de sélénium. Le soufre et le sélénium en état liquide peuvent être mêlés ensemble dans toutes proportions, tout comme cela a lieu avec le soufre et le phosphore. 1 pour 100 de soufre dans le sélénium le rend plus fusible, plus rouge et plus translucide ; mais sa belle couleur de rubis en devient moins pure. Pendant que ce mélange reste très-chaud, il est noir, opaque et ne coule pas. Durant le refroidissement il devient liquide, rouge foncé et transparent, et conserve sa couleur et sa transparence après s'être solidifié. On sait que de même le soufre est noir à une très-haute température, qu'il ne coule pas, et que, par un abaissement de température, il redevient liquide et transparent. Une partie de sélénium se mêle très-bien à 100 parties de soufre fondu, et le soufre acquiert une couleur jaune sale. Un peu de soufre ajouté au sulfure de sélénium (dont nous parlerons tout de suite) ne diminue point sa transparence, mais rend la couleur plus

pâle. Une plus grande quantité de soufre détruit la transparence.

La seule méthode d'obtenir un sulfure de sélénium à un degré de combinaison déterminé, c'est de précipiter une solution de l'acide sélénique par du gaz hydrogène sulfuré. Le liquide se trouble, prend une belle couleur jaune de citron ; mais le sulfure de sélénium se sépare bien difficilement du liquide. Si on y ajoute quelques gouttes d'acide muriatique, il s'en sépare plus facilement ; et lorsqu'on chauffe le liquide, le précipité s'agglutine en formant une masse cohérente, élastique et d'une couleur orange foncée. Dans cette combinaison, 100 parties de sélénium sont unies à 60 $\frac{3}{4}$ parties de soufre : elle contient un atome de sélénium et deux de soufre. Le sulfure de sélénium ainsi obtenu est très fusible. A la température de l'eau bouillante, il devient mou, et les différens morceaux se réunissent en un seul : à quelques degrés au-dessus de 100°, il devient liquide ; à une température encore plus élevée, il bout et distille. La partie distillée refroidie est transparente, rouge d'orange, et ressemble à de l'orpiment fondu.

Le sulfure de sélénium n'est que difficilement attaqué par l'acide nitrique ; l'acide nitro-muriatique le dissout beaucoup plus aisément. Il reste un soufre d'un jaune impur, et quelquefois taché en rouge, qui retient une partie du sélénium avec beaucoup d'opiniâtreté : vers la fin, le soufre se liquéfie dans le liquide bouillant, et lorsqu'il redevient jaune par le refroidissement, il ne contient plus de sélénium.

Le sulfure de sélénium est soluble dans les alcalis fixes caustiques, ainsi que dans les hydrosulfures alca-

lins. La dissolution a une couleur orange très-foncée. Les acides en précipitent le sulfure de sélénium.

Si on chauffe ce sulfure dans l'air jusqu'à ce que le soufre s'allume, il donne d'abord une odeur d'acide sulfureux, qui peu à peu se mêle à celle de radis; et cette dernière finit enfin par être la prédominante. Si l'accès de l'air est trop limité, il se sublime aussi du sélénium non oxidé. Si on chauffe ensemble de l'acide sélénique et du sulfure de sélénium, l'acide oxide le soufre; et je présume que, par une juste proportion, on parviendrait à avoir du sélénium entièrement désulfuré par ce moyen.

Phosphure de sélénium. Lorsqu'on fait tomber un morceau de sélénium sur du phosphore fondu, le sélénium se dissout promptement, et la dissolution descend dans le phosphore liquide en forme de stries rougeâtres, qui se mêlent bientôt entièrement avec la masse fondue, de manière que le sélénium peut être mêlé avec le phosphore dans toutes proportions. Si on sature le phosphore avec du sélénium, on obtient une combinaison très-fusible qui, après être refroidie, a une couleur foncée brunâtre, beaucoup d'éclat et une cassure vitreuse. Si le mélange contient du phosphore en excès, il s'en dégage, par la distillation, un sur-phosphure de sélénium qui distille en gouttes rouges, demi-transparentes et non métalliques. La combinaison refroidie a une couleur jaune-brunâtre et une cassure cristalline.

Si on fait digérer le phosphure de sélénium dans de l'eau, une petite portion de phosphore décompose l'eau, qui devient imprégnée de gaz hydrogène sélénié, prend une odeur hépathique, se trouble et dépose du sélénium

par le contact de l'air. Si on fait bouillir le phosphure dans une lessive de potasse caustique, il s'y dissout; le liquide contient du phosphate avec de l'hydroséléniure de potasse, et dépose au contact de l'air du sélénium, tout comme s'il y avait eu de l'hydroséléniure de potasse pur.

Séléniure de carbone. Je n'ai point eu occasion d'examiner si le sélénium et le carbone se laissent combiner; mais quelques phénomènes qui ont lieu lorsqu'on décompose des séléniates alcalins par du charbon, à une température élevée, me laissent soupçonner qu'une telle combinaison existe en effet : on peut aussi présumer qu'elle doit être analogue au sulfure de carbone, et que, comme lui, elle doit se combiner avec les bases salines.

7. *Séléniures métalliques.*

Le sélénium se combine avec les métaux, et joue, à cette occasion, le rôle du corps électro-négatif; il produit avec la plupart d'entre eux, tout comme le soufre, le phénomène du feu, quoiqu'avec moins d'intensité.

La raison pourquoi il ne produit point de feu avec tous est la même que pour le soufre, c'est-à-dire, que plusieurs métaux, qui, d'après la théorie, devraient produire le phénomène du feu avec la plus grande intensité, demandant, pour effectuer leur combinaison, une température beaucoup plus élevée que le point d'ébullition du sélénium, il en résulte que ce dernier s'évapore avant que le mélange soit porté à une chaleur assez intense pour opérer la combinaison en peu de momens : tel est le cas avec le fer et le zinc.

Les séléniures ont pour la plupart les mêmes carac-

tères extérieurs que les sulfures correspondans : ils ont en général un aspect métallique, sont, avec peu d'exceptions, plus fusibles que les métaux qu'ils contiennent ; et lorsqu'on les chauffe à rouge dans l'air, le sélénium brûle lentement avec une flamme bleue d'azur, en répandant l'odeur de radis. Il est beaucoup plus difficile de séparer le sélénium par le grillage, que le soufre, parce que le sélénium a une affinité moins forte pour l'oxigène. Les séléniures métalliques se laissent dissoudre par l'acide nitrique, quoique moins bien que les métaux sans sélénium : il y en a cependant quelques-uns, par exemple, le séléniure de mercure, qui ne sont presque pas attaqués par l'acide nitrique.

Les combinaisons du sélénium avec les métaux se font évidemment dans des proportions définies, et le sélénium paraît, dans ce cas, marcher d'un pas égal avec le soufre. De cette manière, par exemple, le cuivre peut se combiner avec le sélénium dans deux différens degrés, dont l'un est obtenu lorsqu'on précipite une solution d'un sel à base d'oxide noir de cuivre par le gaz hydrogène sélénié. En distillant le précipité, la moitié de son sélénium se volatilise, et il reste dans la cornue un séléniure au *minimum* : ce composé se trouve aussi fossile, dans la nature, comme j'aurai occasion de le faire voir plus bas. L'on sait que c'est entièrement de même avec les combinaisons du soufre et du cuivre. La meilleure manière d'obtenir les séléniures métalliques avec des proportions fixes est sans doute de précipiter des dissolutions métalliques par le gaz hydrogène sélénié ; mais on peut aussi, pour avoir des séléniures au *minimum*, chauffer les métaux avec un

excès de sélénium, et en séparer l'excès par la distillation.

1) *Séléniure de potassium.* Le sélénium chauffé avec du potassium se combine avec lui, et produit une chaleur rouge qui fait sublimer une petite quantité de la combinaison. Le séléniure de potassium forme un bouton métallique, couleur de fer, qui se sépare aisément du verre, et dont la cassure est cristalline et radiée. Il se dissout dans l'eau sans dégagement de gaz ; la dissolution est d'un rouge foncé, analogue à la couleur de la bière forte. Les acides en précipitent du sélénium, parce que l'hydroséléniure de potasse qui se forme par la dissolution a la propriété de dissoudre l'excès du sélénium ajouté, et de former avec lui un hydroséléniure sélénié de potasse.

Si on mêle du sélénium avec un excès de potassium, la combinaison se fait avec une vive explosion, et la masse est jetée hors du vaisseau par l'excès de potassium gazéifié par la chaleur. La combinaison, jetée dans l'eau, se dissout avec dégagement de gaz hydrogène ; mais malgré cette circonstance, le liquide prend une couleur rouge.

2) *Séléniure de zinc.* Il est également difficile de faire le séléniure de ce métal, que de produire artificiellement le sulfure. Si, dans des vaisseaux où l'air ne peut point se renouveler, on chauffe ensemble du zinc et du sélénium, le dernier se liquéfie, se répand sur la surface du zinc, qui en devient comme amalgamée, et enfin, par une chaleur plus forte, le sélénium se volatilise en laissant le zinc couvert d'une pellicule jaune de citron. Si, d'un autre côté, du zinc chauffé à rouge vient

en contact avec des vapeurs de sélénium, la masse prend feu, fait explosion, et la partie intérieure du vaisseau se trouve après recouverte d'une couche d'une substance pulvérulente, jaune de citron, et qui après le refroidissement conserve cette couleur. Cette poudre consiste en séléniure de zinc, et possède une très-grande analogie avec le sulfure de zinc, qui, produit d'une manière analogue, forme une poudre grise-jaunâtre non métallique. On trouve aisément que la poudre jaune n'est point un oxide de zinc, parce que l'acide nitrique la dissout avec dégagement de gaz nitreux. A cette occasion, la poudre devient d'abord rouge par la dissolution du zinc et la séparation du sélénium, qui ensuite se dissout aussi dans l'acide.

3) *Séléniure de fer.* Si on mêle de la limaille de fer avec du sélénium en poudre, et qu'on les chauffe ensemble à rouge, le fer se combine à la surface avec le sélénium, mais sans aucun phénomène de feu. D'un autre côté, si on met du sélénium au fond d'un tube de verre fermé par un bout, et que l'on place par-dessus de la limaille de fer, que l'on chauffe ensuite fortement, le sélénium se volatilise par la chaleur communiquée par le fer, et ses vapeurs, en traversant le métal, se combinent avec lui en produisant une ignition qui continue aussi long-temps qu'il y a du sélénium absorbé. Le séléniure de fer ne se fond pas; mais il se ramollit et s'agglutine en forme d'une masse cohérente, qui souvent ferme le passage aux vapeurs du sélénium. Le séléniure de fer a une apparence métallique, d'une couleur grise foncée tirant au jaune; il est dur, cassant et présente une cassure grenue. Grillé à la flamme du chalumeau, le séléniure abandonne une

portion de son sélénium avec l'odeur de radis, et se convertit, après quelques momens, en une masse noire fondue qui, refroidie, se laisse casser par un coup de marteau, et présente une cassure vitreuse : elle paraît être un séléniate de fer oxidulé.

Le séléniure de fer se dissout dans l'acide muriatique avec dégagement de gaz hydrogène sélénié, et c'est la meilleure méthode de se procurer ce gaz. Le premier effet de l'acide est de rendre le liquide rouge de cinabre et trouble. L'acide paraît séparer du séléniure de fer une portion de sélénium en flocons rouges; ce qui cependant ne peut avoir lieu que par une décomposition de la première portion du gaz hydrogène sélénié, qui se dissout dans le liquide, et dont l'hydrogène se combine avec l'oxigène de l'air atmosphérique qu'il contient. Le même phénomène a lieu, si, pendant le développement de ce gaz, la température diminue, de manière que l'air atmosphérique entre dans l'appareil. Le liquide, verdâtre et clair, devient, en peu de momens, trouble par une poudre rouge de cinabre, dont il paraît être entièrement rempli.

Lorsque le séléniure de fer se dissout dans l'acide muriatique, il se dégage encore un autre gaz combustible qui ne se dissout point dans l'eau ni dans les alcalis caustiques, et qui par conséquent reste après la dissolution du gaz hydrogène sélénié. Ce gaz a une odeur particulière, très-désagréable, que les verres retiennent long-temps, même après avoir été nettoyés. Ce gaz produit un précipité noir dans une dissolution de nitrate de mercure oxidulé.

Le séléniure de fer pulvérisé se combine facilement

avec un excès de sélénium. Cette combinaison est une poudre brunâtre qui ne se dissout point dans l'acide muriatique, et qui à un feu rouge-blanc perd son excès de sélénium.

4) *Séléniure de cobalt.* Le cobalt absorbe le sélénium aisément et avec production de chaleur. En chauffant la combinaison à rouge, elle abandonne son excès de sélénium, se liquéfie, et donne une masse métallique grise, dont la cassure est feuilletée.

5) *Séléniure d'étain.* L'étain et le sélénium se combinent avec production de chaleur. L'étain se gonfle, mais ne devient point liquide. La masse est grise, et possède le brillant métallique à un très-haut degré aux endroits qui ont été en contact avec le verre, ou sur lesquels on a passé une hématite polie. Le séléniure d'étain laisse dégager son sélénium par la chaleur plus facilement qu'aucun autre séléniure. La combinaison ne se fond pas ; le sélénium se volatilise, et l'étain reste à l'état d'oxide.

6) *Séléniure de cuivre.* Si on précipite le sulfate de cuivre par le gaz hydrogène sélénié, il en résulte un séléniure de cuivre en gros flocons noirs, qui, séchés, deviennent d'un gris foncé, et se laissent polir par l'hématite. Exposé à un feu rouge dans un appareil pour le distiller, ce séléniure donne la moitié de son sélénium, et laisse un bouton fondu de séléniure au *minimum.* Ce dernier séléniure se forme aisément et avec production de chaleur lorsqu'on chauffe ensemble du cuivre et du sélénium. La combinaison se liquéfie long-temps avant de rougir, et donne un bouton couleur gris d'acier, dont la cassure est compacte, et qui ressemble parfaitement au

sulfure gris de cuivre. Exposé au feu nu, il perd d'abord une certaine quantité de sélénium ; après quoi il ne s'altère presque pas, et donne encore, après un long grillage, une masse plus fusible que le cuivre, qui se casse sous le marteau et fait voir une cassure de couleur grise.

7) *Séléniure de plomb.* Le sélénium et le plomb se combinent avec production de chaleur. Le plomb se gonfle et donne une masse poreuse, d'une couleur grise, qui ne se liquéfie point à une chaleur rouge, qui reçoit aisément des impressions, se laisse polir, et devient alors blanche comme de l'argent. Au feu, le séléniure de plomb donne d'abord un peu de sélénium, et s'évapore ensuite en partie, en forme d'une fumée blanche. Le résidu donne, à une température élevée, des signes d'une fusion commençante. Le séléniure de plomb, exposé à la pointe de la flamme du chalumeau, perd un peu de son sélénium, s'oxide et produit un sous-séléniate de plomb qui ensuite, dans un instant, pénètre le charbon, s'y décompose, et laisse sur la surface de ce dernier une pellicule blanche de séléniure de plomb réduit. Le plomb peut se combiner à une forte chaleur avec un peu de séléniure de plomb : il en devient plus blanc et moins fusible.

8) *Séléniure d'argent.* L'argent se noircit par les vapeurs de sélénium. Si on le chauffe avec un excès du dernier, il y a dégagement de chaleur, et il se produit une masse très-fusible dont on peut séparer l'excès de sélénium par la distillation. La combinaison a une couleur grise ; et pendant qu'elle reste liquide, sa surface est brillante et polie comme un miroir. Le séléniure est fusible bien au-dessous de la température rouge. Re-

froidi, il est gris, un peu ductile, et se laisse aplatir un peu avant qu'il se casse. Si on le chauffe au chalumeau, il perd une portion de son sélénium, et avec lui une bonne partie de sa fusibilité. Dans un feu un peu fort et soutenu, il continue d'être liquide, mais il ne se dégage que très-peu de sélénium. Le séléniure ainsi traité est devenu plus ductile, se laisse beaucoup aplatir; mais il se casse enfin, et fait voir des surfaces feuilletées.

Lorsqu'on précipite une dissolution d'argent par le gaz hydrogène sélénié, on obtient un précipité noir qui, après être séché, forme une poudre grise foncée. Le séléniure demande pour sa fusion une chaleur rouge, ne donne point de sélénium par la distillation, et laisse après son refroidissement un bouton métallique argentin. Chauffé au chalumeau, il perd peu de son sélénium, et produit les mêmes phénomènes que celui obtenu par la voie sèche. Ces circonstances paraissent prouver que l'argent peut se combiner avec le sélénium pour le moins dans deux proportions différentes, qui toutes les deux se conservent à un feu rouge et dans des vaisseaux fermés. Le séléniure au *maximum* est beaucoup plus fusible que celui au *minimum*; il donne l'excès de sélénium par le grillage, et laisse le séléniure au *minimum*, qui peut aussi être produit par le gaz hydrogène sélénié. L'argent ne peut être privé du sélénium par la fusion, ni avec du borax ni avec de l'alcali. Même le fer ne l'en sépare point, comme c'est le cas avec le soufre et l'argent. Si on chauffe le séléniure d'argent avec du fer, ils se combinent, et la masse entre en fusion à une température un peu élevée. La combi-

naison triple est cassante, et sa cassure est grenue, d'une couleur grise-jaunâtre foncée. Si ensuite on fait fondre cette masse avec du borax, celui-ci dissout le fer et le sélénium, et on a un bouton d'argent pur, environné d'une matière vitreuse noire.

Le séléniure d'argent peut être dissous par de l'acide nitrique bouillant. Le liquide dépose, à mesure qu'il se refroidit, des petits cristaux de séléniate d'argent. Si on verse de l'eau froide dans la dissolution, le séléniate se précipite en forme d'une poudre blanche.

9) *Séléniure de mercure.* Le sélénium et le mercure se combinent lorsqu'on les chauffe ensemble. Je n'ai observé, à cette occasion, aucune production de lumière. S'il y a du mercure en excès, celui-ci peut en être séparé par la distillation, et dans la cornue il reste une masse blanche comme l'étain, et cohérente. Elle ne se fond pas; mais, à une température un peu plus élevée, elle se sublime en forme de feuilles blanches d'un brillant métallique. Si, d'un autre côté, le sélénium est en excès, il distille le premier; il se forme après un sublimé qui ne cristallise pas aussi bien que l'autre, et qui est ou un mélange avec du sélénium, ou un séléniure au *maximum*, facilement décomposable par la distillation; viennent ensuite les cristaux feuilletés blancs.

Le séléniure de mercure n'est que très-peu attaqué par l'acide nitrique, même bouillant et concentré. Par une ébullition soutenue, il prend la forme d'une poudre blanche qui est du séléniate de mercure oxidulé, et l'acide nitrique contient de l'acide sélénique en dissolution. Si on en sépare le liquide et si l'on y ajoute ensuite de l'acide muriatique, la poudre blanche devient

rouge et se convertit en sélénium. L'acide muriatique dissout de l'oxide rouge de mercure, qui ne s'est porté à ce degré d'oxidation que par la réduction d'une partie de l'acide sélénique. L'autre partie se dissout avec le muriate de mercure oxidé. Ce phénomène a quelquefois lieu lorsqu'on extrait le sélénium du soufre rouge, et m'embarrassa d'abord beaucoup. Je ne voyais aucune raison d'une réduction du sélénium par une addition d'acide muriatique, surtout après m'être assuré qu'il ne se forme point de gaz oxi-muriatique. J'appris enfin qu'elle est due à la formation d'un peu de séléniate de mercure oxidulé, qui se précipite au milieu du soufre non dissous.

Le séléniure de mercure se dissout rapidement dans l'acide nitro-muriatique, même sans l'aide de la chaleur.

10) *Séléniure de bismuth.* La combinaison se fait avec une faible production de chaleur; elle se fond à une chaleur rouge; sa surface est alors polie. Refroidie, elle a un brillant métallique, une couleur blanc d'argent et une cassure fortement cristalline.

11) L'or et le sélénium ne se combinent point par la chaleur. Je ne doute point qu'on ne les obtienne unis en précipitant une solution d'or par le gaz hydrogène sélénié.

12) *Séléniure de palladium.* Le palladium se combine avec le sélénium facilement et avec production de chaleur. La combinaison est grise, cohérente, mais ne se liquéfie pas. Exposée au chalumeau, elle dégage du sélénium, et à une forte chaleur, elle se fond et donne un bouton métallique gris-blanchâtre, non ductile et

fragile, avec une cassure cristalline. Il contient donc encore du sélénium.

13) *Séléniure de platine.* Le sélénium se combine avec le platine en poudre très-facilement et en produisant une chaleur vive. La combinaison est une poudre grise, non fondue. Au feu, le sélénium s'oxide aisément et se volatilise, laissant le platine pur. Les creusets de platine sont facilement attaqués par les séléniates lorsqu'on les y chauffe à rouge, ou par le séléniate d'ammoniaque que l'on y fait évaporer à sec. La surface du métal séléniuré acquiert une couleur d'un gris brunâtre, et ne se laisse point nettoyer; mais le sélénium se volatilise si on laisse rougir le creuset sans le couvrir.

14) *Séléniure d'antimoine.* Les deux corps se combinent aisément et avec production de chaleur. La combinaison se fond et donne un bouton métallique, dont la cassure est cristalline. Si on la chauffe fortement dans l'air, elle se recouvre d'une scorie vitreuse.

15) *Séléniure d'antimoine avec oxide d'antimoine.* Ces deux substances s'unissent facilement et donnent une masse jaune-brunâtre, transparente en couches minces, vitreuse et entièrement analogue à celle qu'on appelle *verre d'antimoine.*

16) *Séléniure de tellurium.* Les deux métaux s'unissent avec production de chaleur. La combinaison est très-fusible; chauffée, elle commence à bouillir, et se sublime en forme d'une masse métallique d'un brun foncé. Elle s'oxide aisément, et laisse sur le verre des gouttelettes transparentes, incolores, qui ne sont point volatiles, et qui paraissent être du séléniate de tellure. La masse sublimée se fond long-temps avant de devenir

rouge ; elle est très-liquide, sans aucune ténacité, et ne se laisse point tirer en fils comme le sélénium seul. Refroidie, elle est d'une couleur de fer un peu foncée, cassante et a la cassure très-cristalline.

17) *Séléniure d'arsenic.* Le sélénium fondu dissout peu à peu l'arsenic métallique. Si l'un de ces corps est en excès, il se sublime, et on a une masse noire très-fusible. Chauffée à rouge, elle bout, et il se sublime une masse qui paraît être du séléniure d'arsenic au *maximum.* L'ébullition finit bientôt, et la masse rouge reste liquide sans aucun mouvement intérieur. A une chaleur presque blanche, elle distille en gouttes. Refroidie, elle est noire, tirant au brun ; la surface a l'éclat du verre, et la cassure est vitreuse.

8. *Séléniures d'alcalis, de terres et d'oxides métalliques.*

Le sélénium a la même propriété que le soufre de se combiner avec les bases les plus fortes, et de former une espèce d'hépars. Ces combinaisons ont la saveur et l'odeur si ressemblantes à celles des combinaisons du soufre avec les mêmes bases, qu'on les prendrait pour des sulfures sans leur couleur rouge, qui les en fait distinguer. Le sélénium diffère du tellurium en ce que ce dernier ne se combine pas avec les alcalis par la voie humide, s'il n'est point auparavant combiné avec de l'hydrogène. Par la voie sèche, il y a une combinaison entre le tellurium et la potasse ; mais elle se décompose par l'addition de l'eau.

Séléniure de potasse. Si on fait bouillir le sélénium en poudre dans une lessive concentrée de potasse caustique, il se dissout peu à peu, et le liquide prend une couleur de bière forte, si intense, qu'il perd sa transpa-

rence. Son goût est hépatique, entièrement analogue à celui du sulfure de potasse. Les acides en précipitent le sélénium; mais le liquide filtré donne encore une petite quantité de sélénium, moyennant du gaz hydrogène; ce qui prouve qu'à cette occasion il s'est formé de l'acide sélénique et du séléniure d'hydrogène.

Si on fait fondre ensemble, dans un appareil de verre, du sélénium et de la potasse caustique, ils se combinent, et l'alcali retient le sélénium même dans un feu rouge. La surface supérieure de la masse est brune; mais celle qui est en contact avec le verre a une couleur rouge de cinabre. Le séléniure de potasse se dissout aisément dans l'eau, et attire un peu l'humidité de l'air.

Si on mêle du sélénium pulvérisé avec du carbonate de potasse également réduit en poudre, et qu'on les chauffe dans un appareil propre à recueillir les gaz, l'on trouve que le sélénium chasse l'acide carbonique, et se combine avec la potasse en une masse noire et gonflée qui ne se fond pas à une chaleur qui commence à rougir. Cette masse donne une poudre rouge. Traitée par une petite quantité d'eau, elle s'y dissout avec une couleur de bière forte très-foncée. Une plus grande quantité d'eau précipite une partie du sélénium en forme de flocons rouges. Si, dans cette opération, le sélénium est en excès, tout l'acide carbonique est chassé, et le mélange se décompose par les acides sans effervescence. Si, d'un autre côté, il y a un excès d'alcali, le sélénium ne se laisse point précipiter, au moins pas au même degré, par l'addition d'eau.

Séléniure d'ammoniaque. L'ammoniaque ne dissout point le sélénium ni à l'état de gaz ni à l'état liquide et

concentré ; mais si on distille du muriate d'ammoniaque avec du séléniure de chaux, on obtient dans le récipient un liquide rouge, d'un goût fortement hépatique, qui se laisse mêler avec une certaine portion d'eau sans se décomposer, et qui, abandonné dans l'air, exhale son ammoniaque, et laisse le sélénium en forme d'une pellicule métallique grise. Si on l'étend d'une grande partie d'eau, il se décompose, et devient opalisant en jaune par la lumière transmise, et rouge de cinabre par la lumière réfléchie. Le sélénium s'y tient long-temps suspendu. Durant la préparation de cette combinaison une partie se décompose, l'ammoniaque se dégage en forme de gaz, et du sélénium se sublime; d'où il s'ensuit que cette combinaison est très-faible, et se décompose même en partie pendant sa préparation. La masse qui reste dans la cornue après la distillation du séléniure d'ammoniaque est un mélange de muriate, de séléniate et d'hydro-séléniure de chaux; les deux derniers se sont formés par la décomposition d'une partie de l'eau de cristallisation du muriate d'ammoniaque. Si on les dissout dans de l'acide muriatique faible, le liquide prend l'odeur du séléniure d'hydrogène, devient trouble et rouge au contact de l'air, et dépose du sélénium.

Séléniure de chaux. Si on mêle du sélénium en poudre avec de la chaux, qu'ensuite on les chauffe fortement, sans cependant les faire rougir, ils se combinent et forment une masse cohérente, noire, sans saveur et sans odeur, et qui ne se dissout point dans l'eau. Elle donne une poudre rouge-brune, et lorsqu'on y ajoute un acide, elle se décompose, en laissant le sélénium en forme de flocons rouges très-volumineux. L'état gonflé du sélé-

nium prouve que cette masse a été une véritable combinaison, et non pas de la chaux mécaniquement environnée de sélénium fondu.

Si on chauffe le séléniure noir dont nous venons de parler, à une chaleur rouge, il abandonne une partie de son sélénium, et sa couleur devient moins foncée. Il donne alors une poudre couleur de chair ; mais il est également insoluble et aussi insipide que le séléniure au *maximum*. On peut obtenir cette même combinaison si on mêle une dissolution de muriate de chaux avec une de séléniure de potasse ; il se forme un séléniure de chaux qui se précipite en forme d'une poudre rouge.

J'ai obtenu le séléniure de chaux cristallisé en laissant une solution d'hydroséléniure de cette terre dans un vaisseau mal fermé, où elle a pu s'oxider lentement. Le liquide a perdu peu à peu sa couleur, et a déposé du séléniure de chaux à la surface. Sur les parois du vaisseau se sont formés en même temps des petits cristaux aciculaires, bruns et opaques, qui se sont groupés trois à trois, formant des angles de 120°. Dans quelques groupes il y avait quatre à cinq petits cristaux. Sous le microscope ils paraissaient être des prismes tétraèdres, dont le sommet était tronqué. Le liquide contenait encore de la chaux en excès.

Les dissolutions de sels à base de baryte, strontiane, magnésie, alumine, et les autres terres, donnent avec le séléniure de potasse des combinaisons insolubles d'une couleur de chair, desquelles les acides séparent le sélénium. La baryte et la strontiane retiennent le sélénium à une chaleur rouge ; mais il peut être séparé des autres par la distillation.

Si un sel à base d'oxide métallique est précipité par du séléniure de potasse, le sélénium et l'oxide se précipitent ensemble. Le phénomène devait avoir lieu lors même qu'il n'y aurait point eu d'affinité entre eux; mais comme le sélénium possède une affinité bien décidée pour les bases salines plus fortes, on peut conclure avec raison qu'il doit en avoir aussi pour les bases les plus faibles, et que par conséquent ces précipités doivent être regardés comme des séléniures d'oxides métalliques. Je n'ai point étudié cette classe de combinaisons d'une manière particulière; j'en ai produit quelques-unes, et je me suis contenté de me persuader de leur existence.

Le soufre a cette même propriété de commune avec le sélénium; mais les sulfures d'oxide métallique n'ont point été examinés. J'ai fait voir (dans les *Elémens de Chimie* publiés en Suède, t. II, p. 113-213) que les oxidules de fer et de cérium peuvent être combinés avec le soufre même par la voie sèche.

Le sélénium se laisse enfin aussi combiner avec de la cire fondue, ainsi qu'avec les huiles grasses, mais non pas avec les huiles volatiles. Une dissolution de sélénium dans l'huile d'olive paraît orange et claire lorsqu'on la voit par la lumière transmise; mais elle paraît rouge pâle et trouble par la lumière réfléchie. A la température ordinaire de l'atmosphère, elle prend la consistance d'un onguent, et perd sa couleur au moment où elle se congèle. La couleur revient lorsqu'on la fait fondre. La combinaison n'a aucune odeur particulière, et il y a apparence que le sélénium ne fait que s'y dissoudre, sans qu'il y ait décomposition de l'huile, comme il arrive avec le soufre.

9. *Combinaisons de l'acide sélénique avec des bases.*

L'acide sélénique est un acide assez fort : il s'empare de l'oxide d'argent dans une solution du nitrate de cet oxide, et de l'oxide de plomb, dans les combinaisons de ce dernier avec l'acide muriatique et l'acide nitrique. Par sa moindre volatilité, il déplace souvent les acides nitrique et muriatique par la distillation, et s'empare des bases avec lesquelles ils étaient combinés; mais il est chassé à son tour par des acides plus fixes, par exemple, les acides sulfurique, phosphorique, arsénique et borique. En général, il paraît rivaliser avec l'acide arsénique, ou peut-être est-il un peu inférieur en affinité à ce dernier. Avec les alcalis, il ne donne point de sels neutres : tel est aussi le cas avec les acides phosphorique, arsénique et borique; les combinaisons qui s'approchent le plus de la neutralité, et que par conséquent nous nommons *neutres*, réagissent toujours comme des bases et ont un goût alcalin. Tous les séléniates neutres formés par d'autres bases sont ou insolubles ou très-peu solubles dans l'eau. Dans les séléniates neutres, l'acide contient deux fois autant d'oxigène que la base, et sa capacité de saturation (c'est-à-dire, la quantité d'oxigène qui se trouve dans une base dont 100 part. de cet acide sont neutralisées) est 14.37.

L'acide sélénique donne des sels avec excès d'acide à deux différens degrés. Dans le premier, la base est combinée avec deux fois autant d'acide que dans le sel neutre, et ces sels sont tous très-solubles dans l'eau. Il y a cependant quelques bases que je n'ai point pu combiner avec un excès d'acide; telles sont les oxides de plomb, d'argent et de cuivre, ainsi que l'oxidule de mercure.

Dans cette classe, que j'appellerai des *biséléniates,* l'acide contient quatre fois autant d'oxigène que la base. Les biséléniates alcalins réagissent comme des acides, et on ne peut produire aucune combinaison intermédiaire entre celle qui est alcaline et celle qui est acide, si on en excepte un mélange des deux dans des proportions telles que les deux propriétés opposées s'anéantissent ; mais l'évaporation fait cristalliser le sel avec excès d'acide, tandis que l'autre reste dans le liquide avec son excès apparent d'alcali. Dans les sels au plus haut degré d'excès d'acide, que j'appellerai des *quadriséléniates*, la base paraît être combinée avec quatre fois autant d'acide que dans les sels neutres. Je dois cependant ajouter que cette dernière détermination ne se base point sur des recherches faites exprès, et que ce n'est qu'une induction tant de quelques expériences indirectes que de l'analogie. D'ailleurs je n'en ai point produit d'autres que ceux à base d'alcali.

D'un autre côté, l'acide sélénique ne donne que rarement des sels avec excès de base, et même qu'avec celles qui se distinguent par leur penchant à en former.

Par exemple, l'oxide de plomb ne produit point un sous-séléniate lorsqu'on fait digérer le séléniate neutre avec de l'ammoniaque caustique : mais si on distille le séléniate neutre, il abandonne une partie de son acide et laisse un sous-sel, d'où on ne peut point chasser l'acide par le feu. Avec l'oxide de cuivre on obtient cependant un sous-sel, même par la voie humide. Je n'ai point examiné le rapport entre l'acide et les bases dans ces sous-sels.

Les séléniates sont le plus souvent décomposés en

partie par un degré de feu même peu considérable. Cette décomposition est causée par des corps combustibles étrangers qui se mêlent presque toujours avec eux, surtout dès qu'ils ont passé par un filtre. Le corps combustible décompose une partie de l'acide ; mais le sélénium reste en combinaison avec la base. Un séléniate alcalin, ainsi traité, se dissout dans l'eau avec une couleur rougeâtre, et un séléniate terreux laisse du sélénium en flocons rouges lorsqu'on le dissout dans un acide. Ce phénomène n'a point lieu, si, avant de chauffer le séléniate, on le mêle avec un peu d'un nitrate dont l'acide se décompose alors de préférence.

Si on mêle des séléniates à base d'alcali ou de terre alcaline avec du charbon en poudre, et si ensuite on les chauffe à rouge, l'acide sélénique est décomposé sans détonnation. Il se dégage de l'acide carbonique et de l'oxide de carbone : une petite quantité de sélénium se sublime ; mais la plus grande partie se conserve en combinaison avec la base. Si on fait la même expérience avec d'autres séléniates terreux, le sélénium se dégage à mesure qu'il est désoxidé : les séléniates métalliques sont réduits, par l'action du charbon, en séléniures, et le sélénium reste combiné avec le métal.

L'acide sélénique ne donne aux séléniates aucun goût propre à lui. Les sels à base d'alcali ont un goût salé faible, mais pur comme celui des muriates et des phosphates ; et les séléniates à base de terre ou d'oxide métallique possèdent le goût propre à la base, tout comme dans leurs combinaisons avec d'autres acides.

1) *Séléniate de potasse.* Le *sel neutre* est soluble dans l'eau dans presque toutes proportions. Evaporé, le

liquide se recouvre d'une pellicule saline, composée de petits grains cristallins, dont je n'ai point pu déterminer la forme. Ces grains se déposent aussi au fond. Le sel ne cristallise point par le refroidissement; il faut une évaporation continue. En l'évaporant à sec, il donne une masse raboteuse qui attire l'humidité de l'air. Chauffé à rouge, ce sel se liquéfie et devient jaune. Refroidi, il redevient blanc. Il ne se dissout point dans l'alcool.

Le *biséléniate* cristallise, quoique assez difficilement, lorsque sa solution a été concentrée à la consistance d'un sirop, et qu'on la laisse ensuite refroidir. Le sel se dépose en cristaux plumiformes, qui enfin remplissent la masse, laquelle en paraît entièrement solidifiée. Ce sel est déliquescent; l'alcool le dissout en petite quantité : il se décompose au feu, et laisse dégager la moitié de son acide, quoiqu'il faille pour cela soutenir le feu quelque temps.

Le *quadriséléniate* ne cristallise point, et si on l'évapore à sec, il se liquéfie de nouveau en peu de momens, en attirant l'humidité de l'air.

2) *Séléniate de soude.* Le *sel neutre* est très-soluble dans l'eau : il a le goût du borax. Après avoir été évaporé à la consistance d'un sirop, et en continuant l'évaporation, sa dissolution commence à former de petits grains cristallins, et le liquide se couvre d'une pellicule saline d'un blanc d'émail. Il ne cristallise point par le refroidissement. Evaporé à sec, il se conserve sans altération dans l'air. L'alcool ne le dissout point.

Le *biséléniate* cristallise dans une solution rapprochée à la consistance de sirop, qu'on laisse lentement refroidir. Les cristaux sont aciculaires, groupés en partie

en étoiles, et en partie en grains composés de rayons concentriques. Il n'effleurit point à l'air; mais si on le chauffe, il perd d'abord son eau de cristallisation, et se liquéfie ensuite, formant une masse liquide jaune. Refroidi, il redevient blanc, cristallin et d'une cassure rayonnée. Chauffé à rouge, l'acide sélénique s'évapore en forme d'une fumée blanche, et il ne reste enfin que du séléniate neutre.

Le *quadriséléniate* cristallise en aiguilles par une évaporation spontanée. Il ne s'altère point à l'air.

Le séléniate de soude m'a servi à déterminer le degré de saturation de l'acide dans les séléniates à base d'alcali, et à le comparer à celui qui a lieu dans les sels à base de terre et d'oxide métallique. L'analyse de ces sels n'est cependant point aussi simple qu'il le paraît d'abord.

J'essayai de précipiter la dissolution du séléniate, rendue acide par l'acide muriatique nécessaire à la saturation de la soude, en y faisant passer un courant de gaz hydrogène sulfuré, jusqu'à ce qu'il n'en précipitât plus rien. Mais la précipitation ne fut point complète; en faisant évaporer le liquide, il se déposa encore du sulfure de sélénium; le muriate de soude, chauffé à rouge, répandait une forte odeur de sélénium brûlé, et le creuset se trouvait attaqué. La meilleure manière de faire cette analyse, c'est de chauffer le séléniate de soude neutre et sec avec deux fois son poids de muriate d'ammoniaque, jusqu'à ce que tant l'excès de ce dernier que le sélénium soient chassés, et qu'il ne reste que le muriate de soude.

100 parties de séléniate de soude qui avait été fortement rougi et ensuite réduit en poudre, ont produit, par une telle opération, 66 $\frac{2}{3}$ parties de muriate de soude, équivalentes à 35.5 p. de soude : 100 p. d'acide sélénique ont donc été combinées avec 55 p. de soude, dont l'oxigène est 14.11, ou à fort peu près la moitié de l'oxigène contenu dans l'acide.

100 parties de biséléniate qui avait été fondu à une légère chaleur pour en séparer l'eau de combinaison (à laquelle occasion cependant il était impossible d'empêcher que des traces d'acide ne se mêlassent point aux dernières portions de l'eau) ont produit, par la même opération analytique, 41 $\frac{2}{3}$ p. de muriate de soude, équivalentes à 22.17 p. de soude : 100 p. d'acide ont donc été combinées avec 28.48 p. de soude, dont l'oxigène est 7.5; ce qui excède un peu la moitié du nombre trouvé par l'expérience sur le sel neutre. Je dois ajouter qu'il est assez difficile d'obtenir ces sels à leur vrai point de saturation, lorsqu'il faut les avoir secs, puisque, dans le biséléniate, on ne peut point en séparer toute l'eau sans que celle-ci entraîne une petite quantité de l'acide; d'un autre côté, lorsqu'on cherche à obtenir le séléniate neutre en exposant au feu un séléniate qui contient un petit excès d'acide, ce dernier ne s'en évapore qu'après une longue exposition au feu.

3) *Séléniate d'ammoniaque.* On obtient le séléniate neutre en faisant dissoudre l'acide sélénique dans de l'ammoniaque caustique concentrée, et en y laissant un petit excès d'acide. On laisse le liquide dans un endroit tempéré; le séléniate se dépose peu à peu en cristaux en partie plumiformes, et en partie formant des prismes

tétraèdres, ou des tables tétraèdres obliques. Les cristaux se liquéfient dans l'air.

Le *biséléniate* se forme lorsqu'on dissout le sel neutre dans de l'eau, et qu'on laisse ensuite la solution s'évaporer spontanément. Une partie de l'ammoniaque s'exhale avec l'eau, et le biséléniate se dépose en cristaux aciculaires, qui ne s'altèrent point dans l'air.

Le *quadriséléniate* est produit par l'évaporation d'une dissolution de biséléniate faite par la chaleur, ou bien aussi par l'addition d'acide sélénique au biséléniate. Il ne cristallise point, et si on l'évapore à sec, il reprend bientôt son état liquide en attirant l'humidité de l'air.

Si on chauffe le séléniate d'ammoniaque dans une cornue, il se dégage d'abord de l'eau et de l'ammoniaque, et ensuite l'ammoniaque décompose l'acide sélénique en produisant du gaz azote, et de l'eau qui distille. Celle-ci est le plus souvent suivie d'un peu de quadriséléniate, qui aussi quelquefois se dépose en forme sèche dans la voûte de la cornue. Au fond, on trouve un bouton de sélénium fondu. La décomposition se fait avec une vive effervescence, mais sans détonnation, au moins avec les petites quantités sur lesquelles j'ai eu occasion de travailler.

4) *Séléniate de baryte.* Le *sel neutre* est insoluble dans l'eau, pulvérulent, et ne change point la couleur du papier de tournesol humide. A la température du verre fondant, il ne se liquéfie point encore, et paraît ne pas contenir de l'eau de combinaison. Il se dissout tant dans l'acide sélénique que dans les acides plus forts.

On obtient ce sel en précipitant le muriate de baryte avec un séléniate neutre à base d'alcali.

Le *biséléniate* se forme lorsqu'on dissout du carbonate de baryte dans de l'acide sélénique, jusqu'à ce que l'effervescence ait cessé. Si on fait évaporer la dissolution, le biséléniate cristallise en forme de grains ronds, translucides, et dont la surface est quelquefois polie. En brisant ces grains, on les trouve composés de rayons concentriques. Si le liquide ne contient aucun acide excédant que celui qui doit se trouver dans le biséléniate, et si on le laisse évaporer spontanément, il dépose une masse blanche de lait, composée de petits grains opaques. Cette masse se dissout lentement dans l'eau, et paraît d'abord peu soluble; mais une fois dissoute, elle s'y conserve assez bien, même après qu'on a fait évaporer une bonne partie de l'eau. Une solution de biséléniate, mêlée d'ammoniaque, laisse précipiter du séléniate neutre.

2 grammes de séléniate neutre de baryte qui avait été séché dans un feu rouge, ayant été dissous dans de l'acide muriatique, ont laissé un peu de sélénium, que l'on a fait disparaître par une addition d'acide nitrique. On précipita ensuite la baryte moyennant l'acide sulfurique; le sulfate de baryte, séché au feu, pesait 1g.765, équivalens à 1g.1586 de baryte: 100 p. d'acide sélénique ont donc été combinées avec 137.7 p. de baryte, dont l'oxigène est 14.32; ce qui s'accorde très-bien avec la capacité de saturation de l'acide donnée plus haut.

1g.271 de biséléniate de baryte, privé de toute humi-

dité, ont donné 0g.785 de sulfate de baryte, équivalens à 0g.5153 de baryte. 100 p. d'acide sélénique ont donc été combinées avec 68 p. de baryte, ou environ avec la moitié de la base contenue dans le séléniate; ce qui prouve qu'il y a ici le même rapport entre les deux sels, que dans ceux à base de soude.

5) *Séléniate de strontiane.* Le sel neutre est une poudre blanche insoluble. Le *biséléniate* se prépare en dissolvant du carbonate de strontiane dans de l'acide sélénique liquide. En faisant lentement évaporer la dissolution, il se dépose en forme d'une croûte d'un blanc de lait, qui ne fait voir aucune trace de cristallisation, et qui ne se dissout de nouveau qu'avec grande difficulté, même dans l'eau bouillante. Le biséléniate sec, chauffé au feu, se liquéfie d'abord, donne son eau de combinaison et se boursouffle en même temps, formant une masse poreuse, de laquelle le feu chasse l'excès d'acide. Le séléniate neutre qui reste ne se liquéfie point.

6) *Séléniate de chaux.* Le sel neutre est peu soluble dans l'eau. Il se précipite peu à peu à mesure que l'on fait dissoudre du carbonate de chaux dans de l'acide sélénique liquide. Séché, il forme une poudre cristalline, douce au toucher, précisément comme le carbonate de chaux. Chauffé à rouge, il se liquéfie. Le sel fondu attaque le verre; il se produit une espèce d'effervescence par laquelle la substance du verre, et non pas celle du sel fondu, se remplit de petites bulles qui se dilatent, et finissent par perforer le verre, de manière que le sel fondu en sort. Cette propriété, que le séléniate de chaux a de commune avec les séléniates de

magnésie et de manganèse, est quelque chose de très-particulier que je ne saurais point expliquer.

Le *biséléniate* est obtenu lorsqu'on dissout le précédent dans de l'acide sélénique. La dissolution cristallise jusqu'à la dernière goutte, en forme de très-petits cristaux prismatiques, qui ne s'altèrent point dans l'air. L'ammoniaque caustique enlève la moitié de l'acide et laisse le sel neutre. Le feu produit le même effet.

7) *Séléniate de magnésie.* L'acide sélénique décompose le carbonate de magnésie avec effervescence, sans cependant produire de dissolution, parce que la nouvelle combinaison est peu soluble. Elle donne une poudre cristalline. Cette combinaison se laisse dissoudre dans l'eau bouillante, quoiqu'il en faille une grande quantité; et la dissolution donne, par une évaporation continuée, des petits grains cristallins : sous le microscope, on voit qu'ils sont formés de petits prismes et de petites tables tétraèdres. Chauffé, le sel donne son eau de combinaison, et devient blanc d'émail. Par la chaleur, il ne se liquéfie point et ne perd point son acide; mais il attaque le verre, qui se gonfle, et se perce même par un grand nombre de bulles.

On obtient le *biséléniate* si on dissout le sel précédent dans de l'acide sélénique, et si l'on y ajoute de l'alcool. Le biséléniate se précipite alors en forme d'une masse pulpeuse et cohérente, qui attire l'humidité de l'air, et qui, dissoute dans l'eau et évaporée, ne donne point de cristaux.

8) *Séléniate d'alumine.* Le sel neutre est insoluble On l'obtient lorsqu'on évapore une solution de muriate d'alumine à sec, qu'on redissout le sel dans l'eau, et qu'on

le précipite par du biséléniate d'ammoniaque. Une dissolution d'alun n'en est point précipitée; mais si on y mêle un séléniate neutre à base d'alcali, le séléniate d'alumine se précipite. Le précipité est une poudre blanche qui, au feu, donne d'abord de l'eau, et ensuite tout son acide.

Le *biséléniate* est produit en faisant dissoudre le sel précédent ou l'hydrate d'alumine dans de l'acide sélénique. Le liquide a un goût astringent, et donne par l'évaporation une masse incolore, transparente, qui ressemble à la gomme.

9) *Séléniate de glucine.* Le *sel neutre* est une poudre blanche insoluble. Le *biséléniate* est soluble. Evaporé, il donne une masse qui ressemble à de la gomme. Tous les deux perdent leur acide au feu.

10. *Séléniate d'yttria.* Les séléniates à base d'alcali donnent, dans la dissolution d'yttria, un précipité blanc en gros flocons, qui ne se dissout point dans un excès d'acide sélénique. Séché, il a la forme d'une poudre blanche qui, au feu, donne d'abord son eau, et ensuite tout son acide.

11) *Séléniate de zircone.* Ce sel est une poudre blanche, insoluble tant dans l'eau pure que dans l'acide sélénique liquide : il se décompose au feu.

12) *Séléniate de zinc.* Le sel neutre est une poudre cristalline insoluble dans l'eau. A une température élevée, il donne d'abord son eau de combinaison, et se liquéfie ensuite. La masse, fondue, est jaune et transparente; mais, par le refroidissement, elle redevient blanche. La surface de sa cassure est cristallisée. Chauffé à à un feu presque blanc, le séléniate de zinc commence

par bouillir, et une partie de son acide se dégage. Enfin, la masse se solidifie. Elle consiste alors en un sous-séléniate de zinc qui n'est plus altéré par le feu.

Le *biséléniate* est très-soluble dans l'eau. Sa dissolution, évaporée, donne une masse transparente, remplie de petites fentes, et ressemblante à de la gomme.

13) *Séléniate de manganèse.* Le *sel neutre* est une poudre blanche, insoluble, qui, après être séchée, forme une farine douce au toucher, comme le séléniate et le carbonate de chaux. Il est très-fusible; mais il conserve bien son acide dans des vaisseaux fermés. Si, au contraire, l'air a un accès libre, l'oxidule du manganèse se porte à un degré d'oxidation plus haut, et l'acide sélénique se dégage. Le séléniate de manganèse fondu possède la propriété de détruire le verre dans un plus haut degré que les séléniates de chaux et de magnésie. Les bulles qui se forment dans la masse du verre sont plus grandes, remontent à sa surface où elles s'ouvrent, et laissent des trous. Les interstices entre ces trous ne sont point liquéfiés, et le verre, ainsi décomposé, ne s'est point du tout coloré par l'oxide de manganèse.

Le *biséléniate* est très-soluble; il donne par l'évaporation une masse saline cristallisable. Une température élevée le réduit à l'état de neutralité.

14) *Séléniate d'urane oxidé.* Le *sel neutre* est une poudre jaune de citron, qui, au feu, donne son acide avec un peu d'oxigène, et laisse de l'oxide vert. Le *biséléniate* se forme, par la dissolution du précédent, dans l'acide sélénique. Il forme par l'évaporation un vernis jaune pâle et transparent. Entièrement séché, il est blanc, opaque et cristallin.

15) *Séléniate de cérium oxidé.* Tant le sel neutre que le biséléniate ressemblent exactement à ceux d'oxide d'urane.

16) *Séléniate de cérium oxidulé.* Poudre blanche, insoluble, mais qui se dissout dans l'acide sélénique et forme un biséléniate soluble. C'est là une des propriétés peu nombreuses par lesquelles l'oxidule de cérium diffère de l'yttria.

(*La fin au Cahier prochain, page* 337.)

Expériences *sur le mode de traitement le plus convenable des mines de cobalt et de nickel, et sur les moyens d'opérer la séparation de ces métaux.*

Par M. Laugier.

(Lu à l'Académie des Sciences le 10 août 1818.)

Dans tous les cours de chimie, on parle du nickel et du cobalt; on expose les moyens de se procurer ces métaux dans l'état de pureté, et je ne sais s'il est un professeur qui pourrait en montrer à ses auditeurs un gramme qu'il aurait préparé lui-même par les procédés qu'il décrit d'après quelques auteurs.

Desirant avoir une certaine quantité de ces métaux pour mes démonstrations, je résolus, l'an passé, de la préparer moi-même et de rechercher le moyen le plus sûr de l'obtenir.

Je proposai à M. Silveira, portugais, jeune médecin distingué par ses connaissances, élève de M. Hope, d'Edimbourg, et qui aidait à la préparation du cours de chimie générale du Jardin du Roi, de l'associer à mon travail.

Il s'y livra avec le plus grand zèle, y donna tout son temps, tous ses soins, et je ne dissimulerai pas que l'exactitude qu'il a apportée dans nos expériences et ses observations m'ont été d'un grand secours.

Beaucoup de chimistes se sont occupés du nickel et du cobalt; mais leurs travaux, d'ailleurs très-intéressans, n'ont point eu pour objet principal d'obtenir ces métaux à l'état de pureté.

Le travail le plus récent, et dont le but était spécialement la purification du nickel, est de M. Tuputi. Le Mémoire très-étendu qui en rend compte est inséré dans les *Annales de Chimie*, et paraît être ce que l'on a fait de plus complet sur ce métal. Le procédé qu'il décrit est ingénieux, et malgré sa complication, nous n'avons pas balancé à l'employer, dans la persuasion où nous étions qu'il nous fournirait du nickel pur.

Nous l'avons donc suivi scrupuleusement.

On sait qu'il consiste à pulvériser la mine du commerce nommée *speiss*; à la dissoudre, sans la griller, dans l'acide nitrique; à évaporer la dissolution pour séparer la portion d'arsenic à l'état d'oxide; à verser dans la dissolution du résidu, peu à peu et à plusieurs reprises, du carbonate de soude pour séparer les arséniates de fer, de cuivre, de cobalt, jusqu'à ce que le précipité soit vert, époque à laquelle il ne doit plus, selon M. Tuputi,

rester, dans l'acide nitrique, que de l'arséniate de nickel.

On décompose cet arséniate par l'acide hydrosulfurique qu'on y fait passer, jusqu'à ce qu'il n'y forme plus de précipité.

On chauffe pour enlever l'excès d'acide hydrosulfurique, et il ne s'agit plus que de précipiter la dissolution nitrique par le carbonate de soude pour obtenir le carbonate pur de nickel, dont M. Tuputi s'est servi dans ses expériences.

Deux livres de la mine de nickel ont été employées aux nôtres : l'une a été grillée, et l'autre dissoute dans l'acide nitrique sans avoir été soumise au grillage.

Nous avions l'intention de nous assurer s'il était avantageux de griller ou de ne pas griller la mine. Nous avons acquis la conviction qu'il y avait de l'avantage à la griller, et que l'opération était moins longue et moins dégoûtante.

Il nous a fallu faire passer 26 courans d'acide hydrosulfurique, provenant chacun de 2 onces de sulfure de fer, pour isoler entièrement l'arsenic de la mine non grillée; 4 courans ont suffi pour la mine grillée, qui a exigé d'ailleurs moins d'acide nitrique pour sa dissolution. Le carbonate de nickel obtenu des deux dissolutions était exactement dans le même état. Il y a donc plus d'avantage à griller la mine.

En précipitant la dissolution par le carbonate de soude, nous avons remarqué que l'arséniate vert n'était pas toujours le dernier à se précipiter. Il arrivait que la couche inférieure du précipité était verte, et que la couche supérieure était rose. Cela nous semblait prouver que

l'arséniate de cobalt pouvait être plus soluble dans l'acide que l'arséniate de nickel ; et cette remarque nous donna quelque soupçon sur la pureté de notre nickel.

Cependant nous avions répété très-exactement le procédé de M. Tuputi, et notre nickel devait être aussi pur que le sien.

On verra bientôt que l'un et l'autre étaient loin en effet d'être dans un état de pureté satisfaisant.

Notre premier essai fut de traiter le carbonate de nickel par l'ammoniaque ; il s'y dissout facilement en lui communiquant une couleur bleue céleste très-pure : ces trois corps forment, à ce qu'il paraît, un sel à double base qui, par une évaporation lente, se dépose au fond de la capsule, sous forme de lamelles légères, de couleur vert-pomme, et qui s'en détachent très-aisément ; mais il se forme en même temps sur les parois du vase et dans sa partie supérieure un cercle rose adhérent, qui indique la présence du cobalt.

Nous pensâmes d'abord que des évaporations répétées nous offriraient un moyen de séparer exactement les deux métaux ; nous redissolvîmes, un grand nombre de fois, dans l'ammoniaque, le même carbonate double ; mais à chaque évaporation, le dépôt rouge adhérent se renouvelait, et nous annonçait constamment la présence du cobalt.

Il nous arriva de chauffer le carbonate vert de nickel et d'ammoniaque déjà desséché, et il prit, dans quelques points, une couleur rose qui y décelait le cobalt.

Cet essai n'ayant pas réussi, nous traitâmes le carbonate simple de nickel par l'acide oxalique ; il était possible qu'il restât un peu de fer avec le nickel ; il n'était pas

impossible non plus que l'oxalate de nickel fût soluble dans un excès de son acide ; et comme l'oxalate de cobalt est entièrement insoluble dans l'acide oxalique, ce traitement pouvait être un moyen de séparation.

Notre première conjecture se vérifia ; l'acide oxalique enleva une portion sensible de fer ; mais la seconde ne se réalisa pas ; car un grand excès d'acide oxalique ne rendit pas soluble la moindre quantité d'oxalate de nickel.

Nous fûmes donc obligés d'avoir recours à tous les moyens indiqués par les chimistes pour séparer les métaux. Protoxides et deutoxides dissous par l'ammoniaque, traités par les acides sulfurique, hydrochlorique, nitrique ; cristallisation des sels formés ; dissolution de ces sels dans l'alcool ; aucun de ces essais ne nous a présenté de résultat satisfaisant. Nous avons essayé aussi tous les acides végétaux, et traité les sels qu'ils formaient avec nos métaux sans obtenir de succès.

Déjà nous commençions à désespérer de la réussite de nos recherches, et nous étions sur le point de les abandonner, lorsqu'il nous vint dans l'idée d'essayer comment l'oxalate impur de nickel, dont pourtant le fer se trouvait entièrement séparé, se comporterait avec l'ammoniaque concentrée.

Nous prîmes une once d'oxalate de nickel réduit en poudre, nous l'agitâmes avec de l'ammoniaque concentrée dans un flacon bouché à l'émeril ; la dissolution s'opéra et prit une couleur bleue violâtre très-belle : cette dissolution, à l'abri du contact de l'air, déposa, au bout de quelques jours, de beaux cristaux de la même

couleur, mais sans qu'il se fît aucune séparation apparente.

Nous remarquâmes toutefois qu'une portion de la dissolution qui était restée au contact de l'air, au lieu de conserver sa couleur bleue comme celle de l'intérieur, avait pris une belle couleur verte, et que cette matière desséchée était entourée d'une substance également sèche, mais rosée.

Cette remarque nous engagea à dissoudre une nouvelle portion d'oxalate de nickel dans l'ammoniaque, et à laisser la dissolution exposée au contact de l'air.

Au bout de vingt-quatre heures, la dissolution avait beaucoup perdu de sa couleur bleue, et le rouge commençait à y dominer; il s'était formé un dépôt abondant qui paraissait d'un bleu verdâtre.

Nous abandonnâmes la dissolution au repos, et nous remarquâmes qu'à mesure que l'ammoniaque se dégageait, la dissolution devenait plus rouge, et que le dépôt augmentait et prenait une couleur verte foncée. Ce dépôt était cristallin; il se faisait à la surface, sous forme de pellicules, et se formait en houpes aiguillées et comme soyeuses, au fond du vase et sur ses parois.

Au bout de trois jours, la séparation semblait achevée; la liqueur, d'un rose foncé, n'exhalait presque plus l'odeur d'ammoniaque; elle fut décantée sans mélange d'aucune portion du sel déposé.

Nous ajoutâmes sur le dépôt de nouvelle eau qui prit une couleur un peu rosée, et nous vîmes avec plaisir que l'eau chaude même qui dissolvait très-bien la partie rose du mélange ne dissolvait pas un atome du sel vert cristallisé.

Nous en conçûmes l'espoir d'arriver à une séparation complète.

Nous y sommes en effet parvenus sur-le-champ par rapport au cobalt; sa dissolution ne retient point de nickel; ou s'il arrivait qu'elle en eût conservé quelques atomes, elle les dépose quelques heures après, lors même qu'elle est très-étendue d'eau; car l'oxalate de nickel est de la dernière insolubilité dans ce liquide.

Ainsi, quant au cobalt, la séparation est aussi prompte que complète. On a plus de peine à obtenir le nickel à l'état de pureté. L'oxalate de nickel, en se séparant, surtout celui qui forme pellicule à la surface de la liqueur, entraîne avec lui une petite portion de cobalt.

Il faut le traiter, trois ou quatre fois, seul par l'ammoniaque, et le laver dès qu'il est déposé dans l'eau bouillante, pour l'obtenir exactement séparé du cobalt.

La quantité de cobalt que l'on sépare à chaque opération est à peine appréciable; elle colore en rose léger la dissolution aqueuse qui reste après le dégagement de l'ammoniaque, et, à chaque fois, le nickel prend une couleur verte plus pure.

D'abord, nous nous sommes servis d'ammoniaque concentrée qui aurait rendu l'opération coûteuse; depuis nous y avons substitué de l'ammoniaque étendue d'une fois et demie son volume d'eau, qui réussit également bien.

Il suffit de réduire en poudre le mélange d'oxalate de nickel et de cobalt, de le triturer avec l'ammoniaque, et d'introduire le tout dans une fiole ou un matras.

Par l'agitation et à froid, la dissolution s'opère faci-

lement ; on peut l'accélérer en l'exposant à une douce chaleur.

Il est à remarquer que la dissolution est d'autant plus violette que l'on emploie l'ammoniaque plus concentrée, et d'autant plus bleue que l'ammoniaque est plus étendue d'eau.

Lorsque la dissolution est opérée, on la filtre, et on verse la liqueur dans une capsule où on l'abandonne au repos.

Après le second dépôt, la liqueur, d'un brun rouge foncé, ne dépose plus de nickel. Si on la laisse évaporer lentement à l'air, elle cristallise, soit en lames, soit en houppes, ou en mamelons formés de petits cristaux aiguillés, d'une belle couleur rouge de grenat, surtout dans les portions les plus épaisses.

Ces cristaux se dissolvent parfaitement bien dans l'eau froide, mieux encore dans l'eau chaude.

L'ammoniaque en opère la dissolution à froid, et surtout à chaud ; et cette dissolution ammoniacale ne précipite pas un atome de nickel ; ce qui atteste son état de pureté.

Cet oxalate de cobalt, décomposé par le feu, laisse un deutoxide qui se dissout dans l'acide hydrochlorique concentré avec un dégagement continuel de chlore. Celui-ci prend une couleur verte, comme si le cobalt était mêlé de fer ou de nickel ; mais cette couleur verte ne doit être attribuée qu'au mélange de la couleur jaune du chlore ; car elle ne subsiste qu'autant que dure le dégagement de ce corps, et elle fait bientôt place à la couleur bleue pure, dès que tout le cobalt a été ramené à l'état de protoxide. Si la dissolution bleue hydrochlorique de cobalt est exposée à l'air pendant plusieurs

jours, l'acide en excès se volatilise, et la proportion d'eau augmentant, elle prend une nuance violette : il est probable qu'à la longue elle deviendrait rouge, comme cela arrive quand on y ajoute plus ou moins d'eau.

A mesure qu'on la prive, au moyen d'une douce chaleur, de son excès d'acide et de l'eau qu'elle contient, elle prend une couleur bleue pure, et laisse un résidu de la même couleur. Si l'on redissout ce dernier dans l'eau, on a une dissolution rose qui en se concentrant repasse au bleu : cette dissolution bleue, suffisamment rapprochée, cristallise spontanément à l'air, presqu'en totalité, en jolis cristaux prismatiques dont nous n'avons pas encore exactement déterminé la forme, et d'une couleur de rubis.

Ces cristaux d'hydrochlorate de cobalt ne sont point déliquescens, comme on l'a cru jusqu'à présent. L'eau-mère qui les a fournis, dans le cas où elle ne contient pas de fer et de nickel, se dessèche spontanément en petits cristaux rougeâtres qui ne s'humectent pas, à moins que l'air ne soit très-humide.

Si la dissolution d'hydrochlorate de cobalt contient un peu de nickel, elle peut fournir des cristaux à-peu-près semblables à ceux dont on vient de parler; mais l'eau-mère reste déliquescente et prend une couleur verte.

On peut en conclure que la présence d'une plus grande quantité de nickel communiquerait aux cristaux d'hydrochlorate de cobalt la propriété d'être déliquescens, qu'ils ne possèdent pas par eux-mêmes.

D'après nos expériences, le cobalt et le nickel amenés à l'état d'oxalates et traités par l'ammoniaque concentrée,

ou étendue de deux parties d'eau, se séparent l'un de l'autre; le fait ne paraît pas douteux. Mais comment peut-on concevoir que la séparation s'opère? Voici la manière dont nous croyons devoir l'expliquer :

Ces deux oxalates sont d'abord dissous dans l'ammoniaque en excès, et se convertissent en oxalates doubles ammoniacaux. Ce qui le prouve, c'est que chacun d'eux, après leur séparation et un lavage parfait, laisse exhaler de l'ammoniaque par le contact de la potasse.

Mais l'oxalate double de nickel, qui est soluble dans un excès d'ammoniaque, est, au contraire, parfaitement insoluble dans l'eau. D'un autre côté, l'oxalate double de cobalt, soluble dans l'ammoniaque, jouit de la plus grande solubilité dans l'eau.

D'après ces conditions indiquées par l'observation des faits, il est facile de concevoir qu'à mesure que le dégagement de l'ammoniaque a lieu, l'oxalate double de nickel tend à se séparer de l'eau, dans laquelle l'oxalate double de cobalt reste constamment dissous, lors même que la liqueur n'a plus d'odeur ammoniacale. Cependant, si le liquide aqueux diminue, ce dernier sel finit par se déposer sur l'oxalate de nickel, en raison composée de la diminution du liquide nécessaire à sa dissolution, et d'une certaine affinité entre ces deux sels.

Il est donc avantageux de ne point attendre trop longtemps pour isoler les deux sels dès que le dépôt est formé.

Le dégagement de l'ammoniaque est tellement indispensable à la séparation des deux sels, que leur dissolution dans cet alcali peut rester plusieurs mois dans un

vase hermétiquement bouché, sans qu'on aperçoive le moindre changement. Ces sels, ainsi dissous, cristallisent ensemble, et se prennent en masse, au lieu de se séparer. L'ammoniaque les réunit; son dégagement les sépare.

Notre procédé pour la séparation du cobalt et du nickel nous a semblé utile, et nous nous empressons de le soumettre à l'attention de l'Académie. Il n'est pas impossible qu'on en trouve, par la suite, un meilleur et moins dispendieux; mais en attendant, il est le seul dont on puisse faire usage pour obtenir le cobalt pur.

Si nous avions eu des doutes sur son utilité, nous aurions été parfaitement rassurés par les avantages qu'il nous a offerts dans le traitement de la mine de cobalt, dite de *Tunaberg*, et qui de toutes les mines de ce métal est la moins impure, ainsi que l'annonce, par son aspect brillant, la forme régulière de ses cristaux.

Ayant eu l'intention de préparer du cobalt métallique en même temps que du nickel, je m'en étais procuré une livre, que nous traitâmes en suivant le procédé décrit par M. Tuputi pour le traitement de la mine de nickel.

Ce chimiste ne recommande pas le grillage; notre mine de cobalt fut grillée avant d'être dissoute dans l'acide nitrique; la dissolution fut évaporée presqu'à siccité; nous séparâmes, par ce moyen, de l'oxide d'arsenic et des arséniates. Le reste de ces sels fut séparé par du carbonate de soude que nous ajoutâmes dans la dissolution nitrique, jusqu'à ce que le précipité eût une belle couleur rose.

Alors nous fîmes passer des courans d'acide hydrosul-

furique pour décomposer l'arséniate de cobalt ; 13 courans, provenant chacun de deux onces de sulfure de fer, furent nécessaires pour obtenir la décomposition complète ; et après avoir chauffé la dissolution pour enlever tout l'acide hydrosulfurique en excès, nous la précipitâmes par une suffisante quantité de carbonate de soude.

Le carbonate de cobalt que nous obtînmes fut lavé avec le plus grand soin, puis traité par l'acide oxalique pour en ôter le fer qui y reste toujours, malgré les précautions prises pour le séparer à l'état d'arséniate.

Nous en trouvâmes une quantité à-peu-près double de celle que nous avions retirée du nickel, et l'oxalate rose de cobalt en fut soigneusement isolé.

Ce carbonate était-il pur ? contenait-il du nickel ? Nous ne pouvions le présumer ; les analyses du cobalt de Tunaberg par Klaproth, Richter, Tassaërt ; celle qui vient d'être publiée par M. Stromeyer, et insérée dans les *Annales de Chimie*, ne faisaient aucune mention de la présence de ce métal ; mais s'il ne contenait pas de nickel, il pouvait se faire qu'il contînt une autre substance ; et puis comment résister au desir d'essayer notre nouveau procédé, qui nous avait coûté beaucoup de soins, beaucoup de temps, et auquel nous ne pouvions manquer d'attacher quelque importance ?

Il fut donc résolu que notre oxalate de cobalt serait dissous, et tout entier, dans l'ammoniaque.

La dissolution se fit à l'aide d'une douce chaleur ; une portion peu considérable résista pourtant à l'action de l'ammoniaque. Cette substance avait une couleur jaune ; elle fut mise à part pour être examinée dans un autre temps.

La dissolution ammoniacale de l'oxalate de cobalt fut abandonnée au repos pendant plusieurs jours ; nous remarquâmes qu'il se formait au fond du vase un dépôt cristallin de couleur brune obscure : lorsque ce dépôt eut cessé d'augmenter, nous décantâmes la liqueur, et nous lavâmes le résidu ; il paraissait formé en grande partie de cristaux rouges-bruns d'oxalate de cobalt ; mais on distinguait une substance comme terreuse, d'un gris sale.

Une portion du dépôt pulvérisée fut chauffée avec de l'ammoniaque ; elle s'y dissolvit et la colora en rouge de lie de vin ; nous l'exposâmes à l'air dans une capsule, et le lendemain nous trouvâmes qu'il s'était déposé une matière grise-verdâtre.

Nous présumâmes que c'était du nickel ; mais comme nous en avions trop peu pour en bien juger, la totalité du premier dépôt fut traitée par l'ammoniaque.

Une matière jaune analogue à celle qui avait d'abord résisté à l'action exercée par l'ammoniaque sur l'oxalate de cobalt, mais un peu plus colorée qu'elle, refusa de se dissoudre ; nous la séparâmes.

Tout le reste du dépôt s'était dissous dans l'ammoniaque ; vingt-quatre heures après, il s'était formé dans la dissolution un dépôt gris-verdâtre qui fut chauffé seul, et dissous dans l'ammoniaque, qu'il colora en rouge violâtre. Cette fois, le sel déposé le lendemain de l'expérience était d'un vert bien prononcé, et il avait tous les caractères de l'oxalate ammoniacal de nickel. Nous avons retiré du dépôt 5 à 6 grammes de ce sel d'une couleur bleue-verdâtre.

Le travail que nous présentons à l'Académie est loin

d'être complet ; c'est plutôt l'ébauche d'un travail beaucoup plus étendu que nous nous proposons de lui soumettre plus tard, si nous le jugeons digne de son attention.

Dans le cours de nos expériences, nous avons trouvé plusieurs sels remarquables, soit par leurs formes, soit par la beauté et la variété de leurs couleurs, mais dont nous n'avons pas encore déterminé la composition.

Plusieurs matières insolubles, ou dans les acides ou dans l'ammoniaque, n'ont point été examinées avec assez de soin pour que nous puissions en indiquer la nature.

Ces sels et ces matières seront l'objet d'un autre Mémoire.

Nous ne terminerons pas celui-ci sans faire observer que, d'après notre procédé, l'analyse des mines de nickel et de cobalt sera aussi facile qu'elle était impossible, surtout par le procédé de M. Tuputi.

L'emploi du carbonate de soude pour séparer les arséniates nécessiterait l'analyse de chacun des précipités formés par diverses portions de ce carbonate, et qui ne sont qu'un mélange de tous les métaux contenus dans ces mines, et combinés à l'acide arsénique.

Notre marche serait bien plus simple et se réduirait aux opérations suivantes :

1°. Griller la mine, pour en séparer autant que possible l'arsenic.

2°. Dissoudre le résidu de la calcination dans l'acide nitrique, et évaporer pour séparer l'oxide d'arsenic.

3°. Faire passer, dans la dissolution suffisamment acide, autant de courans qu'il en faut d'acide hydro-

sulfurique pour décomposer tous les arséniates, et précipiter le cuivre s'il s'en trouve dans la mine.

4°. Chauffer la dissolution pour chasser l'acide hydrosulfurique en excès, et précipiter tous les métaux par le carbonate de soude.

5°. Traiter ces carbonates par l'acide oxalique pour séparer le fer, puis les oxalates de nickel et de cobalt par l'ammoniaque pour isoler ces métaux.

On aurait ainsi, et sans perte plus sensible que celle que l'on éprouve dans toutes les analyses, les proportions des substances qui composent les mines de cobalt et de nickel, et l'on pourrait agir sur quelques grammes, comme on le ferait sur des quantités considérables.

Voici le résumé des principaux faits exposés dans ce Mémoire.

A l'aide de notre procédé, nous avons :

1°. Séparé une grande quantité de cobalt du nickel présumé le plus pur ;

2°. Découvert, dans la mine de cobalt dite de *Tunaberg*, du nickel dont on ne soupçonnait pas même l'existence ;

3°. Indiqué une méthode plus simple et plus facile de procéder à l'analyse des mines de cobalt et de nickel.

Nous croyons pouvoir en conclure que notre procédé est préférable à tous ceux que les chimistes ont employés jusqu'à ce jour pour la séparation de ces métaux.

Examen *de l'Opium indigène, et Réclamation en faveur de M.* Séguin, *de la découverte de la morphine et de l'acide méconique.*

Par M. Vauquelin.

L'année passée, M. Palissot de Beauvois, et cette année, M. Thillaye, professeur à la Faculté de Médecine, me remirent une petite quantité d'opium qu'ils avaient recueillie sur les pavots cultivés dans leur jardin, pour savoir si cet opium contenait les mêmes principes que l'opium de l'Orient.

Pour satisfaire à leur louable desir, j'ai soumis à l'analyse ces échantillons d'opium indigène; et sans indiquer ici les moyens que j'ai employés pour cela, puisqu'ils sont les mêmes que ceux dont on a fait usage dans ces derniers temps, je dirai que j'y ai trouvé absolument les mêmes substances, et dans des rapports qui ne me paraissent pas différer beaucoup de ceux qui existent entre les principes de l'opium du Levant.

Ainsi, il contient la morphine, l'acide méconique, la substance extractive, huileuse, etc.

A cette occasion, j'ai été curieux de relire un Mémoire que M. Séguin communiqua à l'Institut le 24 décembre 1804, et qui n'a été imprimé dans les *Annales de Chimie* qu'en décembre 1814. Ce Mémoire contient tout ce qu'on a dit, dans ces derniers temps, sur la morphine et l'acide méconique, et l'on est étonné que M. Sertuerner, dans son Mémoire publié en 1817, et ceux qui ont depuis répété ses expériences, dont ils

ont fait avec raison beaucoup d'estime, n'aient point parlé du travail de M. Séguin. Il me paraît donc juste de réclamer, pour M. Séguin et pour la France, l'honneur de cette découverte importante.

Pour qu'on ne puisse pas dire que j'ai mal interprété les expériences de M. Séguin, je vais le laisser parler lui-même.

« 1°. L'infusion d'opium rougit la teinture de tournesol ; propriété qu'il doit à la présence d'une petite quantité d'acide acétique.

» 2°. La potasse, la soude et l'ammoniaque y forment des précipités abondans, insolubles dans l'eau, mais solubles à chaud dans l'alcool.

» 3°. La solution alcoolique de ces précipités a donné, par le refroidissement, des cristaux blanchâtres prismatiques qu'on peut purifier par des dissolutions et cristallisations réitérées dans de nouvel alcool.

» 4°. Dans leur état de pureté, ces cristaux sont solubles dans l'eau froide et dans l'eau chaude, et solubles à chaud dans l'alcool, qui, par cette combinaison, acquiert une saveur amère et la faculté de verdir le sirop de violette.

» 5°. Ils se dissolvent dans les acides et leur donnent de l'amertume ; ils en sont précipités par les alcalis, dont aucun ne jouit de la propriété de les dissoudre.

» 6°. Ils se fondent par la chaleur, se transforment par cette fusion en une masse dure et cassante, et finissent par brûler avec flamme.

» 7°. Ils donnent, par la distillation à feu nu, du carbonate d'ammoniaque, une matière huileuse, et un charbon qui ne contient rien de minéral.

» 8°. Ils ne forment point d'acide oxalique quand on les traite par l'acide nitrique.

» 9°. De là résulte, dit M. Séguin, que cette substance cristalline ne peut être considérée que comme une nouvelle matière végéto-animale particulière.

» 10°. La solution aqueuse d'opium séparée par l'ammoniaque de la substance cristalline, précipitait encore par l'eau de baryte, de strontiane et de chaux.

» 11°. Le précipité formé dans cette liqueur par l'eau de baryte, traité par l'acide sulfurique, a fourni par la filtration un acide qui a donné au sulfate vert une couleur rouge, le précipitait même en rouge lorsque la dissolution était concentrée, et formait avec l'eau de baryte, de strontiane et de chaux, ainsi qu'avec les dissolutions de plomb et d'étain, des précipités blancs insolubles. »

Après avoir séparé les différens principes de l'opium, il résume en disant : « Voilà donc déjà cinq substances bien distinctes séparées de la dissolution d'opium, savoir : 1° de l'acide acétique; 2° une substance cristalline qu'on ne peut jusqu'ici considérer que comme une substance nouvelle; 3° un acide nouveau qui jouit de propriétés particulières; 4° une matière insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, les acides et les alcalis, que j'appelle *principe amer insoluble de l'opium*; 5° une substance soluble dans l'eau et dans l'alcool, qui n'est précipitée par aucun réactif, et que je nomme *principe amer soluble de l'opium.*

» Il résulte de plus, ajoute-t-il, de ces premières expériences que la substance cristalline de l'opium est soluble dans son acide, et que c'est en raison de cette

propriété que, malgré son insolubilité dans l'eau, on la trouve en abondance dans la solution aqueuse de l'opium; que les alcalis qui forment avec l'acide de l'opium des sels solubles ont plus d'affinité avec cet acide que n'en a la substance cristalline; et c'est pour cela que quand on verse, dans une solution aqueuse d'opium, un alcali, la substance cristalline se précipite, tandis que la combinaison de son acide avec l'alcali reste en dissolution dans la liqueur surnageante; que la baryte, la chaux et la strontiane, qui forment avec l'acide de l'opium des sels insolubles, ont plus d'affinité avec cet acide que n'en a la matière cristalline, et que c'est pour cela que quand on verse, dans la solution aqueuse de l'opium, de l'eau de baryte, de strontiane ou de chaux, l'on a un précipité mélangé de substance cristalline et de sel insoluble formé par la combinaison de l'acide de l'opium avec ces terres alcalines; que c'est pour ces motifs qu'il ne convient pas d'employer, en premier lieu, ces substances pour analyser l'opium; mais qu'en profitant des différences qui existent à cet égard entre leurs propriétés et celles des alcalis, l'on peut, en alternant l'emploi de ces substances, obtenir séparément l'acide et la substance cristalline de l'opium; que l'on peut ensuite retirer, à l'aide de l'acide sulfurique, l'acide de l'opium de sa combinaison avec la baryte; que l'acide de l'opium ayant la propriété de former avec les métaux des sels insolubles, il se fait, pendant le mélange de la dissolution d'opium avec les sels métalliques, une double décomposition, parce que l'acide de l'opium s'unit aux métaux pour former avec eux des sels insolubles, tandis que l'acide des métaux s'empare de la

matière cristalline, et la transmet en dissolution : ce qui donne un moyen de séparer l'acide de la dissolution avant de lui enlever la substance cristalline.

» Enfin, que l'ammoniaque est préférable aux autres alcalis pour précipiter la substance cristalline, parce qu'on peut, à l'aide de la chaleur, dégager l'excès de cet alcali. »

Dans 100 parties d'opium, M. Séguin a trouvé quatre parties de matière cristalline, et 10 d'acide particulier à l'opium.

Je laisse maintenant à juger à ceux qui liront comparativement les Mémoires de M. Sertuerner et de M. Séguin, s'il ne semble pas qu'ils aient été faits l'un sur l'autre. En effet, mêmes moyens d'analyse, mêmes procédés d'épuration de matières, mêmes propriétés dans la morphine et dans l'acide méconique.

Le travail de M. Sertuerner ne diffère de celui de M. Séguin que par le nom qu'il a donné aux principes que M. Séguin a le premier découverts dans l'opium, et qu'il a bien caractérisés (1).

Note *additionnelle à la Lettre de M.* Fresnel *à M.* Arago, *insérée dans le dernier Cahier des* Annales.

En calculant la réfraction de la lumière dans un prisme entraîné par le mouvement terrestre, j'ai supposé, pour simplifier les raisonnemens, que la diffé-

(1) M. Sertuerner a publié un autre Mémoire sur l'analyse de l'opium, plusieurs années avant le dernier; mais nous ignorons sa véritable date. (R.)

rence entre les vitesses de la lumière dans le prisme et dans l'éther environnant provenait uniquement d'une différence de densité, l'élasticité étant la même de part et d'autre; mais il est très-possible que les deux milieux diffèrent en élasticité comme en densité. On conçoit même que l'élasticité d'un corps solide peut varier avec le sens suivant lequel on le considère; et c'est très-probablement ce qui occasionne la double réfraction, comme l'a observé le Dr Young. Mais quelle que soit l'hypothèse que l'on fasse sur les causes du ralentissement de la marche de la lumière dans les corps transparens, on peut toujours, pour résoudre le problême qui m'était proposé, substituer par la pensée, au milieu réel du prisme, un fluide élastique en équilibre de tension avec l'éther environnant, et d'une densité telle que la vitesse de la lumière soit précisément la même dans ce fluide et dans le prisme supposés en repos; cette égalité devra subsister encore dans ces deux milieux entraînés par le mouvement terrestre : or, telles sont les bases sur lesquelles repose mon calcul.

Effet *remarquable produit par une explosion souterraine, dans l'une des mines du département de la Loire.*

La mine de houille de la Tour, commune de Firminy, département de la Loire, a été exploitée jusqu'ici à l'aide d'un seul puits dont la profondeur est de 80 mètres (environ 240 pieds), et qui tombe sur le toit de la couche de houille en extraction. L'imperfection des

moyens d'aérage et l'abondance du gaz hydrogène exigeaient qu'après chaque jour de repos, on fît descendre un ouvrier pour enflammer les portions de gaz dispersées dans les travaux, et prévenir ainsi toute espèce d'accident. Le 8 juin 1817, le nommé Bouin fut chargé de cette fonction; mais à peine était-il sorti de la tonne qui l'avait descendu au fond du puits, que sa lumière se trouva en contact avec un mélange très-volumineux et très-détonnant de gaz inflammable, et l'explosion eut lieu avec une grande violence. Bouin, renversé sur place, froissé par la secousse, et plongé en même temps au milieu de la flamme, se traîna jusqu'au puisard, où il attendit pendant plus d'une heure une délivrance qu'il provoquait par les cris du désespoir. On ne put pas le secourir plus tôt, parce que tous les objets qui garnissaient l'embouchure du puits, tels que tonnes, câbles, molettes, boisage supérieur et toiture de la machine à manége, avaient été lancés en l'air, à une grande hauteur au moment de l'explosion, et dispersés. Ajoutons que le nommé Bouquette, ouvrier, qui était à l'embouchure du puits, fut soulevé en même temps comme un projectile, et *lancé, à la distance d'environ* 100 *mètres* (300 pieds), sur un pré marécageux où il n'éprouva presque aucun mal. Le malheureux Bouin, qui s'était trouvé près du foyer de l'incendie, ne fut pas déplacé; mais ses blessures étaient beaucoup plus graves, et il en mourut. (*Annales des Mines*, 3me livraison, 1818.)

Expériences *relatives à l'influence du vent* (1) *sur la vitesse des projectiles et la justesse du tir.*

(Traduit de l'anglais.)

Dans l'automne de 1817 et le printemps de 1818, on a fait, à Woolwich, divers essais, dans la vue de déterminer quels avantages on doit se promettre d'une diminution dans le *vent* des boulets. Cette question avait été examinée avec détail, il y a déjà plus de trente ans, par feu le duc de Richmond, alors grand-maître de l'artillerie, et par le Dr Hutton. Leurs expériences furent faites à Godwood et à Woolwich, et prouvèrent, conformément à la théorie, que la vitesse du projectile et la justesse du tir étaient d'autant plus grandes, que le diamètre du boulet différait moins de celui du canon.

Pour les expériences analogues faites récemment à Woolwich, on a employé des canons de divers calibres, depuis les canons de 6 jusqu'à ceux de 24. Les vents ont varié entre $\frac{75}{1000}$ et $\frac{2}{10}$ de pouce anglais. En faisant feu avec la même charge de poudre, on a trouvé que les vitesses ou les portées correspondantes aux plus petits vents sont très-sensiblement les plus grandes, et qu'en

(1) On appelle *vent*, dans les traités d'artillerie, la différence qu'il y a entre le diamètre du boulet et celui du canon. Il a été reconnu de bonne heure que plus le vent est petit, et plus le tir a de portée et de justesse : une Ordonnance de Louis XIII prescrivait déjà de ne pas donner aux boulets de 7 livres 4 onces, plus d'une ligne de vent (R).

même temps l'effet produit est beaucoup plus constant. Lorsque le vent était le plus petit de ceux que nous avons cités (c'est-à-dire, $\frac{75}{1000}$ de pouce), *cinq sixièmes* de la charge donnaient une vitesse égale, sinon supérieure, à celle qu'on obtenait avec *la charge entière*, quand le vent égalait $\frac{2}{10}$ de pouce anglais. Ce résultat ayant paru très-important, on chercha à le confirmer à l'aide du *pendule ballistique* (1). Le Dr Grégory, professeur à l'Ecole royale militaire, s'associa, pour cet objet, avec les colonels d'artillerie Millar et Griffits; on tira sur le pendule des boulets de 6, de 9 et de 12, et ces nouvelles expériences confirmèrent parfaitement les résultats que nous avons cités, et auxquels on était arrivé par une méthode entièrement différente. Le tableau suivant fera connaître la marche des expériences et les résultats obtenus le 19 mai 1818.

Le jour était sec, mais nuageux. Le thermomètre marquait 13°,3 centigrades; le baromètre 0^m,761.

Poids du pendule = 7008 livres avoir du pois.

On a employé un canon de 12. Son poids était de 2025 livres; sa longueur 74 $\frac{25}{100}$ pouces anglais; le calibre 4 $\frac{62}{100}$ pouces.

Tout, dans le tableau, est exprimé en mesures anglaises.

---

(1) *Voyez*, au sujet de cet appareil, le tome V de ce Recueil, page 380.

Numéros des Expériences.	Poids du boulet.	Diamètre du boulet.	Vent.	Charges de poudre.	Vitesses obtenues.
	liv. onc.	pouc.	pouc.	liv. onc. d.	pieds.
1	12.12.0	4,545	0,075	3.5.6	1548
2	12.12.7	4,54	0,080	3.5.6	1537
3	12.11.0	4,545	0,075	3.5.6	1588
4	12.10.1	4,54	0,080	3.5.6	1507
5	11.11.8	4,42	0,200	4.0.0	1572
6	11.10.4	4,418	0,202	4.0.0	1537
7	11.12.1	4,418	0,202	4.0.0	1563
8	11.12.1	4,418	0,202	4.0.0	1529

Les vitesses rapportées dans cette table sont celles dont les boulets étaient doués à l'instant où ils frappaient le pendule ; celui-ci était à 30 pieds de la bouche du canon.

La vitesse moyenne correspondante à un vent de $0^{pouc.},075$ est à-peu-près égale à celle qu'on a observée avec un vent de $0^{pouc.},20$, quoique, dans le premier cas, les boulets fussent plus lourds, et qu'on employât une charge de poudre sensiblement moindre.

On a déjà fait remarquer, en rendant compte des expériences de 1817 (voyez *Annales de Physique et de Chimie*, tome V, page 386), que la circonférence de l'ouverture faite par le boulet dans la plaque mince de plomb clouée sur la face antérieure du pendule, présentait toujours *une apparence de fusion.*

Durant les nouvelles expériences, le colonel Griffits, le Dr Grégory et plusieurs autres personnes, ont en outre remarqué qu'au moment précis où le boulet frappait le pendule, il sortait *une vive lumière* de l'ouverture cir-

culaire par laquelle ce projectile était entré. Cet effet avait également lieu, soit que la face choquée fût recouverte d'une feuille de plomb, de toile ou de papier. L'ouverture faite par un premier boulet dans le pendule ayant été bouchée avec du bois, on plaça tout à côté une once de poudre qui prit feu lorsqu'un second boulet atteignit l'appareil : la flamme provenant de l'explosion de la poudre succédait immédiatement à la lumière que le choc du projectile développait. Ces effets distincts furent observés trois fois dans un même jour (le 20 mai 1818).

La lumière qui met ainsi le feu à la poudre provient-elle du frottement du projectile sur la substance qu'il traverse, ou de la brusque compression de l'air atmosphérique sur la face du pendule ? Ces deux causes ne contribuent-elles pas l'une et l'autre à l'effet observé ? Lorsqu'on décharge un fusil à vent, on aperçoit de la lumière, comme tout le monde sait, à la bouche du canon : n'est-il pas permis d'en conclure que si l'on tire un canon pendant la nuit, le boulet marquera sa course dans l'atmosphère par une traînée de lumière ? Nous espérons pouvoir faire quelques expériences à ce sujet, dans le courant de l'automne.

Sur *la prétendue détérioration du climat de l'Europe.*

Les mouvemens considérables qu'on a observés dans les glaces polaires, pendant les trois ou quatre dernières années, ont ramené l'attention sur une opinion déjà débattue bien souvent par les météorologistes, et suivant

laquelle les climats de l'Europe iraient continuellement en se détériorant. Il serait difficile de dire bien précisément quelle était la température du globe à des époques reculées : car la découverte des thermomètres ne remonte guère qu'à l'année 1590; à quoi il faut même ajouter qu'avant 1700, ces instrumens n'étaient ni exacts ni comparables. Toutefois il est possible de suppléer, jusqu'à un certain point, aux observations directes, comme l'ont fait Pilgram, Toaldo, le professeur Pfaff, etc., etc., en compulsant les historiens, et en réunissant ceux de leurs passages qui sont relatifs à l'état des récoltes et à plusieurs autres phénomènes naturels.

Un extrait de l'ouvrage de Pilgram a été publié récemment par M. Leslie, dans l'*Edimburgh Review* : c'est là que nous avons puisé les citations suivantes. Elles prouvent, comme on verra, même en faisant la part des exagérations si naturelles à la plupart des anciens auteurs, que les hivers, par le passé, étaient aussi rudes que dans le siècle où nous vivons.

(En 400), la mer Noire fut entièrement gelée.

(462.) Le Danube gela, et Théodomer le traversa sur la glace, pour aller venger la mort de son frère en Souabe.

(763.) La mer Noire et le détroit des Dardanelles furent gelés : il y avait, dans quelques points, plus de 50 pieds de neige.

(822.) Des charrettes pesamment chargées purent traverser le Danube, l'Elbe et la Seine, sur la glace, durant plus d'un mois.

(860.) La mer Adriatique gela.

(874.) Il tomba de la neige depuis le commencement de septembre jusqu'à la fin de mars, et en telle quantité, que les forêts étaient inaccessibles, et que le peuple ne pouvait point se procurer de bois.

(891, 893, 991.) Les vignes souffrirent beaucoup de la rigueur du froid; les troupeaux périrent dans les étables faute de nourriture; on éprouva la famine la dernière de ces années.

(1044, 1067, 1124.) Hivers longs et très-froids; les arbres à fruits moururent pour la plupart.

(1133.) Le Pô était pris, depuis Crémone jusqu'à la mer. Le vin gela dans les caves; l'action du froid faisait éclater les troncs des arbres avec un grand bruit.

(1179, 1209, 1210.) Hivers très-sévères; les troupeaux périrent faute de nourriture.

(1216.) Le Pô gela jusqu'à une profondeur de 15 *eels;* le vin, en se solidifiant, dans les caves, faisait éclater les tonneaux.

(1234.) Le Pô gela de nouveau. Des voitures chargées traversèrent l'Adriatique sur la glace, en face de Venise.

(1236.) Le Danube resta gelé, cette année, dans toute sa profondeur, pendant assez long-temps.

(1269.) Le Catégat était gelé entre la Norwège et le Jutland.

(1281.) Grand nombre de maisons, dans la campagne, en Autriche, furent totalement ensevelies sous la neige.

(1292.) Des voitures chargées traversèrent le Rhin sur la glace, devant Breysach. Le Catégat était aussi totalement pris.

(1305, 1316.) Les hivers de ces deux années furent extrêmement sévères en Allemagne : les récoltes manquèrent entièrement.

(1323.) Les voyageurs à pied ou à cheval allaient sur la glace, du Danemarck à Lubeck et à Dantzick.

(1334.) Toutes les rivières d'Italie furent gelées.

(1392.) Les arbres éclataient, par l'effet du froid.

(1408.) L'hiver de cette année est un des plus rudes dont on ait conservé le souvenir. Le Danube gela dans tout son cours. La glace s'étendait, sans interruption, dans la Baltique, entre Gothland et Oeland; entre la Norwège et le Danemarck; en sorte que les loups passèrent du Nord dans le Jutland (1).

(1423.) Les voyageurs allèrent, cette année, de Lubeck à Dantzick, sur la glace.

(1432, 1433, 1434.) Hivers très-rudes, surtout en Allemagne : toutes les rivières y gelèrent (2).

(1460.) Le Danube resta gelé pendant deux mois. Les voyageurs à pied ou à cheval passaient, sans difficulté, du Danemarck en Suède : les vignes souffrirent extrêmement en Allemagne.

(1468, 1544.) En Flandre, on coupait avec la hache les rations de vin des soldats.

(1548, 1564, 1565, 1571.) Hivers très-sévères dans toute l'Europe. La glace, sur la plupart des rivières, était

---

(1) En 1408, les voitures chargées passaient sur la Seine. (R.)

(2) Suivant quelques auteurs hollandais, il neigea dans les Pays-Bas, en 1434, pendant quarante jours consécutifs. (R.)

assez épaisse pour supporter des charrettes pesamment chargées.

(1594.) La mer gela à Venise.

(1608.) Il tomba, à Padoue, une immense quantité de neige.

(1621, 1622.) Le Zuyderzée gela entièrement. La flotte vénitienne se trouva prise par les glaces, dans les lagunes de l'Adriatique.

(1658, 1659, 1660.) Hivers extrêmement froids; les rivières d'Italie gelèrent assez profondément pour supporter les plus lourdes voitures. Il tomba à Rome une immense quantité de neige. On se rappelle que c'est en 1658 que Charles X, roi de Suède, traversa le petit Belt sur la glace, avec toute son armée, son artillerie, ses caissons, ses bagages, etc.

(1670.) On traversait le grand et le petit Belt, en traîneau, sans aucun danger.

(1684.) La Tamise, à Londres, gela : la glace avait 11 pouces d'épaisseur et portait les voitures chargées. Grand nombre de chênes, dans les forêts, éclatèrent par l'effet du froid.

(1709.) (1) On vit, cette année, l'Adriatique, et même la Méditerranée, près de Gênes, gelées.

---

(1) M. Van-Swinden a discuté, avec cette patience qui le distingue, les observations thermométriques faites en 1709, dans plusieurs villes de l'Europe, et est parvenu, par diverses combinaisons, à les rapporter à l'échelle centigrade. Voici quelques-uns des résultats de son travail :

(1716.) Il y eut, en 1716, un grand nombre de boutiques établies sur la Tamise.

(1726.) On passa, en traîneau, de Copenhague à la province de Scanie, en Suède.

A Paris, d'après Lahyre :

	Températures.
1709, 10 janvier	— 18°,0 centig.
13	— 21°,3 ;
14	— 21°,3.

Après, le thermomètre remonta un peu ; mais il revint, le

20, à	— 20°,4 ;
21	— 20°,6.

A Montpellier, d'après le président Bon :

1709, 10 janvier	— 4°,8 ;
11	— 16°,1 ;
12	— 12°,5 ;
13	— 4°,1 ;
18	— 6°,9 ;
19	— 12°,5.

C'est un fait remarquable que le *maximum* de froid ait eu lieu deux jours plus tard à Paris qu'à Montpellier, et que, dans cette dernière ville, il ait repris un peu plus tôt ; comme aussi que, malgré ce froid excessif, la Seine n'ait pas été entièrement gelée, lorsqu'on sait que, dans le même temps, la Garonne était totalement prise, et qu'on allait, sur la glace, de Balaruc à Boussigny et à Cette.

Le froid qu'on éprouva en 1709, dans la Hollande, en Angleterre et en Prusse, fut moindre qu'à Paris, et même qu'à Montpellier.

(1740.) Le Zuyderzée gela entièrement. La Tamise était aussi totalement prise : le peuple construisit sur la glace une cuisine dans laquelle il fit rôtir un bœuf tout entier (1).

Nous voici arrivés à l'époque d'où datent les bonnes observations thermométriques. Les tableaux suivans, que nous avons formés d'après les *Transactions philosophiques*, concourront, avec les citations qui précèdent, à montrer qu'on n'a aucune raison pour supposer que le climat de l'Europe s'est détérioré.

TABLEAU *du climat de Londres, d'après les observations météorologiques faites à la Société royale.*

(Les degrés du thermomètre sont tous rapportés à l'échelle centigrade.)

Années.	Températures moyennes.	Maximum.	Minimum.	Remarques.
1774	+ 10°,3	+ 28°,6	— 4°,4	
1775	+ 11,5	+ 28,6	— 3,6	
1776	+ 10,6	+ 27,7	— 10,3	A Paris, en 1776, le thermomètre descendit à — 19° centig. La gelée dura 24 jours consécutifs.
1777	+ 10,5	+ 28,9	— 6,7	
1778	+ 10,1	+ 30,0	— 5,6	
1779	+ 12,1	+ 29,4	— 3,8	
1780	+ 10,9	+ 29,1	— 6,7	
1781	+ 11,7	+ 28,9	— 3,9	

Il paraît que les observations ont été interrompues après 1781.

(1) En 1740, le thermomètre, à Paris, ne descendit pas au-dessous de — 12°,5 centigrades.

Années.	Températures moyennes.	Maximum.	Minimum.	Remarques.
				En 1783, on éprouva, à Paris, un froid de — 17°,5 et 69 jours consécutifs de gelée.
1788	+ 10°,3	+26°,6	— 7°,8	*Minimum* du thermomètre à Paris, — 21°,2 et 50 jours consécutifs de gelée.
1789	+ 9,7	+ 23,6	— 8,0	*Minimum* à Paris, — 16°,5.
1790	+ 10,5	+ 30,0	— 1,1	
1791	+ 10,4	+ 26,6	— 6,0	
1792	+ 10,3	+ 28,9	— 8,6	
1793	+ 10,4	+ 31,7	— 2,2	*Maximum* à Paris, + 38°,4.
1794	+ 10,6	+ 28,9	— 5,6	
1795	9,8	+ 27,5	— 13,9	*Minimum* à Paris, — 23°,5. Il y eut 42 jours consécutifs de gelée.
1796	+ 10,0	+ 26,6	— 15,5	
1797	+ 9,7	+ 29,4	— 4,1	
1798	+ 10,5	+ 30,0	— 6,0	*Minimum* à Paris, — 17°.6. On éprouva 32 jours consécutifs de gelée.
1799	+ 9,2	+ 25,0	— 8,3	*Minimum* du thermomètre à Paris, — 12°,5.
1800	+ 10,6	+ 23,3	— 6,1	
1801	+ 11,0	+ 26,6	— 4,4	
1802	+ 10,4	+ 25,0	— 3,3	
1803	+ 10,5	+ 29,4	— 7,2	*Maximum* à Paris, + 36°,7.
1804	+ 11,2	+ 27,2	— 6,7	
1805	+ 10,3	+ 26,1	— 5,0	
1806	+ 11,8	+ 28,3	— 3,3	
1807	+ 10,7	+ 29,4	— 6,0	
1808	+ 10,4	+ 33,3	— 7,8	*Maximum* à Paris, + 36°,2.
1809	+ 10,7	+ 26,1	— 6,7	
1810	+ 10,8	+ 26,6	— 7,8	
1811	+ 11,5	+ 22,8	— 4,4	
1812	+ 9,5	+ 26,6	— 3,9	
1813	+ 9,8	+ 22,8	— 3,9	
1814	+ 9,0	+ 26,1	— 8,3	

Années	Températures moyennes.	maximum.	minimum.	Remarques.
1815	+ 10°,9	22°,2	— 5°,6	
1816	+ 9,7	+ 21,1	— 7,2	Extrêmes à Paris, + 28°,0 et — 10°,8.
1817	+ 10,2	+ 27,2	— 2,3	Extrêmes à Paris, + 31°,0 et — 5°,4.

Moyennes par périodes de dix ans.

Années.	Températures moyennes.	Maximum moyen.	Minimum moyen.
1774. . . 1789	+ 10°,9	+ 28°,1	— 6°,3
1790. . . 1799	+ 10,1	+ 28,5	— 7,1
1800. . . 1809	+ 10,8	+ 27,5	— 5,7
1808. . . 1817	+ 10,3	+ 25,5	— 5,8

Nous empruntons la table suivante à un journal étranger. Les degrés sont centigrades.

Résumé des observations faites à Stockholm, par ordre de l'Académie des Sciences.

Années.	Températures moyennes.	Années.	Températures moyennes.
1758	+ 4,6	1768	+ 5,1
1759	+ 6,1	1769	+ 5,4
1760	+ 5,1	1770	+ 5,7
1761	+ 6,4	1771	+ 4,6
1762	+ 5,8	1772	+ 5,0
1763	+ 4,9	1773	+ 7,4
1764	+ 6,4	1774	+ 5,1
1765	+ 5,8	1775	+ 7,8
1766	+ 6,8	1776	+ 6,3
1767	+ 5,1	1777	+ 4,8
Moyen. des 10 ans	+ 5°,7	Moyen. des 10 ans	+ 5,7.

Années.	Températures moyennes.	Années.	Températures moyennes.
1778	+ 5,7	1798	+ 7,0
1779	+ 7,8	1799	+ 4,1
1780	+ 5,8	1800	+ 5,0
1781	+ 6,6	1801	+ 5,8
1782	+ 4,9	1802	+ 5,5
1783	+ 7,0	1803	+ 4,7
1784	+ 4,4	1804	+ 4,7
1785	+ 4,6	1805	+ 4,0
1786	+ 4,4	1806	+ 4,4
1787	+ 5,7	1807	+ 4,5
Moyen. des 10 ans + 5,7.		Moyen. des 10 ans + 5,0.	
1788	+ 4,7		
1789	+ 7,0		
1790	+ 6,4		
1791	+ 7,6		
1792	+ 6,0		
1793	+ 6,5		
1794	+ 7,8		
1795	+ 4,9		
1796	+ 6,4		
1797	+ 6,8		
Moyen. des 10 ans + 6,4.			

Voici quelques nouvelles citations dont je suis redevable à M. Letronne, et qui se rapportent à des époques plus reculées encore que celles dont il a été question plus haut.

« Trouverions-nous une fertilité semblable (c'est-à-dire, » à celle de l'Arie et de la Bactriane), près du Borysthène

» (Dniéper) et sur les côtes de la Gaule baignées par
» l'Océan, dans ces contrées où la vigne ne peut croî-
» tre, ou du moins ne porte pas de fruit. Sur des côtes
» plus méridionales (1) et vers le Bosphore (2), si elle
» donne du raisin, il est fort petit : encore, durant
» l'hiver, a-t-elle besoin d'être enfouie. Et là même, je
» veux dire à l'embouchure du Palus-Méotide, les
» gelées sont si fortes, qu'en hiver un des généraux de
» Mithridate y défit la cavalerie des barbares, préci-
» sément à l'endroit où, en été, ils furent vaincus dans
» un combat naval (3). Aussi Eratosthène a-t-il rapporté
» l'inscription qui se lit, dans le temple d'Esculape à
» Panticapée, sur un vase d'airain que la gelée avait
» fait rompre. »

Strabon, liv. II, p. 73 fin, du texte.
T. I, p. 193 de la trad. franç.

« La Gaule narbonnaise produit les mêmes fruits que
» l'Italie; mais quand on s'avance au nord, vers les
» Cévènes, l'olivier et le figuier disparaissent : tout le
» reste y croît. Il en est de même de la vigne, dont le
» fruit vient difficilement à maturité, quand on s'avance
» au-delà de la Narbonnaise. »

Strabon, liv. IV, p. 178 du texte.
T. II, p. 5 de la trad. fr. (laquelle n'est point fidelle en cet endroit.)

---

(1) Celles de la Crimée.

(2) Le détroit de Caffa.

(3) L'époque de ce fait n'est pas connue avec précision : il appartient au premier siècle avant notre ère.

Ce passage de Diodore de Sicile montrerait que la Gaule était alors un pays aussi froid que le nord de l'Allemagne.

« La Gaule est un pays excessivement froid, où les » hivers sont très-rigoureux; car, dans cette saison, » lorsque le temps est brumeux, la neige tombe en abon- » dance, au lieu de pluie; et quand le temps est clair, » tout se couvre de frimats et de glace; les rivières se » gèlent; et la glace tient lieu de pont pour les tra- » verser : non-seulement elles peuvent supporter alors » des piétons en petit nombre; mais des armées nom- » breuses, avec leurs chariots remplis de bagages, peu- » vent les traverser sans crainte. »

Diodor. Sic., liv. V, § 25.

Lettre *de M.* Vicat *à M.* Arago, *au sujet des expériences de M.* Georges Rennie *insérées dans le Cahier des* Annales, *pour septembre* 1818.

Souillac, le 2 novembre 1818.

« Monsieur,

« L'intérêt que je prends, comme ingénieur, à toutes les expériences dont les résultats offrent d'utiles applications à l'art de bâtir, m'engage à vous soumettre quelques observations sur le travail de M. Georges Rennie, dont M. Ch. Dupin a rendu compte dans le tome IX des *Annales*, septembre 1818.

» La machine dont M. Georges Rennie s'est servi pour essayer la force du fer, des pierres et du bois, a tous les défauts de celle que Péronnet fit construire en 1758 : sa structure est telle, en effet, qu'il faut placer succes-

sivement dans un plateau de balance suspendu à l'extrémité d'un levier, tous les poids dont la somme doit vaincre la résistance du solide soumis à la pression. Or, il est impossible de ne pas produire des secousses qui, toutes faibles qu'elles puissent paraître, exercent une action très-sensible, surtout dans les instans qui précèdent la rupture.

» Mais le défaut capital est dans la charnière du levier où le frottement devient d'autant plus considérable que l'effet produit est plus grand; il arrive donc qu'une partie du poids sous lequel la rupture a lieu n'est employée qu'à vaincre ce frottement : c'est ce qu'un architecte français (M. Rondelet) a prouvé, par des expériences fort remarquables (*voy.* le *Mémoire historique sur le Dôme de Sainte-Geneviève*), en soumettant comparativement à l'effet d'un levier sans charnière et à celui d'un levier avec charnière, divers parallélipipèdes de pierre.

» Voici les résultats de ces expériences :

	Avec la machine à charnière.	Avec la machine sans charnière.	Résistances moyennes.
Un parallélipipède en pierre de liais s'est rompu sous un poids de	9664	»	10600
Un second de même pierre . .	11536	»	
Un troisième de même pierre. .	»	6242	6250
Un quatrième de même pierre.	»	6248	
Un parallélipipède en pierre du fond de Bagneux s'est rompu sous un poids de.	8706	»	9030
Un second de même pierre. . .	9450	»	
Un troisième de même pierre.	»	5862	5795
Un quatrième de même pierre.	»	5728	

» Ces faits montrent, d'une part, l'étonnante influence d'un frottement en apparence très-léger; de l'autre, les anomalies dues aux accidens de ce genre de résistance (1).

» D'après cela, il paraît certain que les résultats de M. Rennie n'expriment point des résistances absolues, mais sont tout au plus des résistances relatives comparables, en admettant que l'erreur due à l'imperfection de la machine affecte proportionnellement chacune d'elles.

» Je vous prie, Monsieur, si vous n'y voyez aucun inconvénient, de donner place à cette lettre dans un de vos prochains Numéros.

» J'ai l'honneur d'être, etc. »

Sur *le Froid produit par la dilatation des gaz.*

Lorsque les corps solides deviennent liquides, et ceux-ci fluides élastiques, ils absorbent une certaine quantité de chaleur qui n'est pas sensible au thermomètre, et que, par cette raison, l'on désigne par le nom de *chaleur latente.* Leur température ne s'élève point tant que le changement d'état s'opère, parce que la chaleur qui leur est communiquée est toute entière employée à fondre ou à volatiliser de nouvelles portions de ces corps.

---

(1) M. Rennie ne s'explique point sur les défauts de mécanisme que relève M. Vicat, quoiqu'il résulte du préambule de son Mémoire que les expériences de Péronnet, de Gauthey et de M. Rondelet lui étaient connues. (R.)

Cette chaleur, rendue latente par la fusion ou la vaporisation, est la véritable cause du froid produit artificiellement. La glace, par exemple, absorbe, pour se fondre, une quantité de chaleur qui, appliquée à une même masse d'eau, élèverait sa température de 75°, ou, ce qui revient au même, la glace est de l'eau moins 75°; et si l'on conçoit que la glace se fonde subitement en totalité, il faudra nécessairement que la température de l'eau qui sera produite s'abaisse de 75° au-dessous de celle de la glace supposée à zéro, en admettant que la capacité de l'eau reste constante. C'est la limite du plus grand froid que l'on puisse produire par la fusion de la glace, et même par celle des autres corps solides, lorsque l'on part de la température zéro : on ne pourrait même jamais l'atteindre, parce que, pour fondre la glace, il faut l'intermède d'un autre corps dont l'effet est de communiquer de la chaleur à l'eau, et d'empêcher sa température de s'abaisser jusqu'à —75°. Si l'on refroidit d'avance les corps avec lesquels on doit faire le mélange frigorifique, la limite du froid produit pourrait être beaucoup plus éloignée que —75°; mais elle est déterminée, dans chaque cas particulier, par l'affinité réciproque des élémens du mélange frigorifique, qui cesse d'agir aussitôt que la température est abaissée jusqu'à un certain point. C'est ainsi qu'un mélange de glace et de sel marin ne produit qu'un abaissement de 20 degrés au-dessous de zéro; et que si l'on prenait les deux corps à la température de —20°, on n'obtiendrait pas un plus grand abaissement de température.

La chaleur que l'eau rend latente en se réduisant en vapeurs, étant appliquée à un pareil poids d'eau, pour-

rait élever sa température de 550°. Si donc l'on conçoit que de l'eau à zéro prenne subitement en totalité l'état de fluide élastique, la température de la vapeur aqueuse s'abaisserait à — 550°. On n'a pas besoin ici d'employer un corps étranger pour déterminer le changement d'état; et, sous ce rapport, la limite du froid est beaucoup plus éloignée que lorsqu'on détermine la fusion des solides; mais il y a une cause très-puissante qui empêche le froid d'être très-considérable, c'est que l'évaporation est successive, qu'elle va en diminuant très-rapidement, à mesure que la température s'abaisse; tandis que le rayonnement des corps environnans va, au contraire, en augmentant.

Quoique l'on sut que la vaporisation des corps produit du froid, et qu'on fut même parvenu à congeler de l'eau avec l'éther, M. Leslie a donné une importance toute nouvelle à ce moyen, en indiquant la manière de maintenir constamment l'espace vide au-dessus du corps qui se réduit en vapeurs. Tout le monde connaît aujourd'hui son procédé ingénieux pour congeler l'eau sous le récipient de la machine pneumatique, par le concours de l'acide sulfurique, qui condense la vapeur aqueuse à mesure qu'elle se forme. Le froid obtenu par la vaporisation de l'eau s'élève à près de —40°; et en employant le sulfure de carbone, comme l'a fait le Dr Marcet, on peut geler facilement le mercure au milieu de l'été.

Néanmoins ces divers moyens ont une limite, et ce n'est qu'avec la plus grande difficulté qu'on pourrait obtenir un froid de —80°. Celui que je vais proposer

produit un froid beaucoup plus considérable, et dont il serait difficile d'assigner l'intensité.

C'est un fait connu de tous les physiciens, que toutes fois que l'on fait varier les dimensions d'un corps, il en résulte des variations dans sa température : elle s'élève si le corps est comprimé; elle s'abaisse s'il est dilaté.

L'on n'a pas encore de données précises sur la quantité de chaleur dégagée par la compression de l'air; mais l'on sait que cette chaleur est très-forte. En comprimant de l'air au cinquième de son volume dans le briquet pneumatique, on enflamme très-aisément de l'amadoue, qui, dans l'air, prend feu sur le plomb fondant, et non sur le bismuth, c'est-à-dire, entre 323 et 283 degrés, ou environ à 300°. La température de l'air comprimé au cinquième de son volume a donc dû s'élever de 300° au moins; et il ne répugne point d'admettre qu'elle s'élèverait à 1000, et même à 2000, si la compression de l'air était très-forte et instantanée.

Cela posé, si l'on prend une masse d'air comprimée par cinq atmosphères, et à la même température que les corps environnans, il est évident qu'en lui permettant de se dilater librement et d'une manière instantanée, elle absorbera autant de chaleur qu'elle en avait laissé dégager pendant sa compression, et que sa température s'abaissera de 300 degrés, en supposant que la capacité de l'air reste constante. Or, en prenant une masse d'air comprimée par cinquante, cent, etc. atmosphères, le froid produit par sa dilatation instantanée n'aura point de limite. Cela revient à dire que l'on peut produire

autant de froid par la dilatation de l'air, que de chaleur par sa compression.

Depuis plusieurs années, je montre, au cours de physique de la Faculté des Sciences de Paris, une expérience qui est une imitation de celle qu'on fait dans les mines de Schemnitz en Hongrie, et qui est très-propre à rendre sensible le froid produit par la dilatation de l'air. Je prends un vase en cuivre, d'environ trois litres de capacité, et j'y comprime l'air de deux à trois atmosphères : je laisse ensuite échapper l'air par un tube très-court, armé d'un robinet, de manière que le temps de l'écoulement soit de quatre à cinq secondes, et je dirige le courant sur une boule de verre très-mince placée à-peu-près à un demi-centimètre de l'orifice du tube. En opérant ainsi, j'obtiens constamment un mamelon de glace sur la boule de verre, même au milieu de l'été. On pourrait employer ce moyen en grand pour faire geler l'eau ; mais il serait beaucoup plus dispendieux que celui de M. Leslie.

Dans l'expérience que je viens de citer, c'est l'eau qui était tenue en dissolution par l'air comprimé, qui se congèle par le froid dû à la dilatation. On obtiendrait un degré de froid un peu plus considérable en prenant de l'air desséché, parce que la vapeur aqueuse, avant de se congeler, abandonne toute la chaleur qu'elle avait rendue latente.

La dilatation de l'air, comme moyen frigorifique, est évidemment très-supérieure au changement d'état des solides et des liquides ; mais il est à regretter qu'à cause du peu de masse de l'air, le froid soit, pour ainsi dire, instantané. Néanmoins, en prenant des gaz d'une plus

grande capacité pour le calorique que l'air ; en les comprimant beaucoup dans un vase volumineux ; en n'exposant au froid produit que de petites quantités de matière, et en mêlant les substances volatiles avec les gaz pour qu'elles s'y réduisent en vapeurs, on pourrait encore faire un grand nombre d'expériences instructives.

S'il est incontestable que, par la dilatation des gaz, on peut produire un froid illimité, la détermination du zéro absolu de chaleur doit paraître une question tout-à-fait chimérique. G.-L.

Sur *l'Élévation des montagnes de l'Inde.*

On ne connaissait pas encore tous les détails des importantes opérations exécutées par le capitaine Webb sur les frontières du Thibet, lorsque M. de Humboldt publia, dans les *Annales*, tome III, page 297, son intéressant *Mémoire sur l'élévation de l'Himalaya.* L'écrit où M. Webb rend compte de la marche qu'il a suivie est arrivé récemment en Angleterre; il porte la date du 30 novembre 1817; on en trouve une analyse dans le Numéro XI (octobre 1818) du *Journal Edited at the Royal Institution of Great Britain* : c'est là que nous avons puisé les renseignemens qui ont servi à la rédaction de cet article.

M. Webb a déterminé la hauteur de plus de 200 points de la chaîne immense qui sépare l'Inde de la Tartarie ; le plus souvent par des opérations purement géodésiques ; quelquefois à l'aide du baromètre; et, dans un assez grand

nombre d'exemples, par le concours des deux méthodes.

La base sur laquelle l'opération géodésique s'appuie a été calculée d'après les latitudes et les longitudes observées à ses deux extrémités. Mais comme dans la série des stations parcourues, il y en a un certain nombre situées à-peu-près sous le même méridien, visibles l'une de l'autre, et dont la distance a pu par conséquent se déduire de la seule différence des latitudes combinée avec des observations azimuthales, M. Webb les a trigonométriquement rattachées, deux à deux, aux extrémités de sa base principale, et a vérifié ainsi, à l'aide de plusieurs combinaisons diverses, la longueur qu'il lui avait déjà assignée. Par une moyenne de toutes les déterminations, cette base s'est trouvée de 64960 pieds anglais (19799 mètres). Enfin, comme nouvelle vérification, les triangles étendus jusqu'à Pilibhît, Casipur et Afzelgerh ont fourni des latitudes et des longitudes conformes à celles qui avaient été astronomiquement déterminées, il y a déjà long-temps, par Reuben Burrow.

Pour les stations accessibles, les trois angles de chaque triangle ont été mesurés : quant aux autres, il a fallu se contenter de deux angles ; mais alors la distance et la hauteur ont toujours été déterminées par plusieurs combinaisons différentes. M. Webb annonce que rarement les discordances se sont élevées à 100 fathoms (183 mètres) sur la distance, et à 100 pieds anglais (30 mètres) pour la hauteur.

La plupart des observations ont été faites à Calinath, dont la hauteur au-dessus de la mer est de 6417 pieds anglais, suivant les mesures géométriques, et de 6388

pieds, par des observations du baromètre comparées à celles de Calcutta. Toutes les précautions qui pouvaient assurer l'exactitude des mesures paraissent avoir été prises. Dans les calculs, on a adopté $\frac{1}{18}$ pour le coefficient de la réfraction ; c'est, suivant M. Webb, celui qui accorde le mieux les observations dans le climat de l'Inde.

Voici les positions et les hauteurs des pics les plus remarquables : on trouvera déjà quelques-unes de ces déterminations dans le Mémoire de M. de Humboldt ; nous les avons rapportées de nouveau, pour y joindre les latitudes et les longitudes correspondantes.

Latitudes.	Longitudes E. de Greenwich.	Elévations.
30°.46'.22"	78°.55'.17"	22840 pieds (6961 mètr.)
30.43.41	79. 8.17	23164 (7060)
30.17.59	79.37. 8	23263 (7090)
30.21.52	79.48.40	25669 (7824)
30.12.15	80.15.43	22635 (6899)
29.59.34	80.44. 4	22727 (6927)

Le Chimborazo, qui est, comme on sait, la plus haute montagne du Nouveau-Monde, n'a que 6530 mètres.

La hauteur du pic le plus élevé a été déduite d'observations faites en diverses stations, savoir : à Casipur, distant d'environ 86 milles géographiques ; à Gangoli, moitié plus près ; et à Calimath, éloigné du même pic de 47 milles. Ces déterminations, malgré la diversité des distances, présentent un accord satisfaisant.

M. Webb a déterminé aussi, par des mesures géométriques, les élévations des passages par lesquels on peut se rendre de l'Inde dans la Tartarie. L'un de ces passages a une hauteur de 18871 pieds (5752 mèt.), et est situé par 30°. 19'. 43" de latitude, et 80°. 27'. 25" de longitude; le second est élevé au-dessus de la mer de 17598 pieds (5364 mètres). Il a pour latitude et longitude 30°. 12' et 80°. 48'. Ces deux passages sont au-dessus de la limite des neiges perpétuelles.

Pendant que M. Webb était occupé de ces travaux, sur la frontière des possessions anglaises dans l'Inde, il reçut la visite du gouverneur chinois de la province adjacente : ce mandarin avait voyagé sur la neige, et le point où il campa, suivant les mesures de M. Webb, était à 14434 pieds d'élévation (4399 mètres).

D'après notre auteur, la limite des neiges perpétuelles, par 30°. 26' de latitude nord, est de 11543 pieds (3518 mètres). La rivière Gauri sort de la neige à cette élévation.

Il paraît qu'il existe sur la chaîne de l'Himalaya, très-près de la limite des neiges perpétuelles, des villages qui sont habités pendant les mois les plus chauds de l'année. Voici la position des plus remarquables :

Goh.	latit. 30° 15'.	longit. 80°. 23'.	haut. 11489 pieds	(3502 mèt.)
Murtoolee.	30 . 21 .	80 . 1 .	11327	(3452 .)
Milum.	30 . 25 .	79 . 59 .	11465	(3468 .)
Mapan.	30 . 22 .	79 . 59 .	11082	(3378 .)

La première de ces hauteurs a été déterminée trigonométriquement; les autres sont déduites d'observations barométriques.

Observations *sur l'influence de l'eau dans la formation des acides oxigénés.*

Par M. Thenard.

(Lu à l'Académie des Sciences le 23 novembre 1818.)

J'ai fait voir, dans mes premières recherches sur les acides oxigénés, qu'en mettant de l'oxide d'argent en contact avec de l'acide hydrochlorique oxigéné, tout l'oxigène de celui-ci se dégageait à l'instant même, et qu'au contraire, il restait tout entier dans la liqueur, lorsqu'au lieu d'oxide d'argent, on employait cet oxide uni aux acides sulfurique, nitrique, phosphorique, fluorique, etc. Quelle conséquence devait-on tirer de ces expériences? Que l'oxigène pouvait s'unir aux acides par l'intermède de l'eau, et qu'il ne s'unissait pas à l'eau seule; car, si cette dernière union eût été possible, pourquoi ne se serait-elle pas faite à mesure que l'acide hydrochlorique eût été détruit par l'oxide d'argent? Mais il est évident que cette manière de raisonner ne doit plus paraître exacte depuis que j'ai démontré que l'oxide d'argent, l'argent et beaucoup d'autres substances avaient la propriété de produire des altérations chimiques par une action purement physique : il devenait donc nécessaire de faire de nouvelles recherches pour s'assurer si l'eau seule ne serait pas susceptible de s'oxigéner.

D'abord, j'ai pris de l'acide hydrochlorique oxigéné; j'y ai mis peu à peu de l'oxide d'argent, de manière que

l'acide fut complètement détruit sans que, pour cela, il y eût excès d'oxide; chaque fois que je mettais de l'oxide, il se produisait une effervescence très-sensible, et, en dernier résultat, la liqueur filtrée, c'est-à-dire, l'eau, ne retenait pas d'oxigène.

Voyant que cette opération, et plusieurs autres que je ne rapporte pas ici, ne réussissaient pas, je tentai l'oxigénation de l'eau par l'acide sulfurique oxigéné et l'eau de baryte. A cet effet, je versai peu à peu de l'eau de baryte dans l'acide sulfurique oxigéné, en ayant soin d'agiter constamment la liqueur. Lorsque j'approchai du point de saturation, je remarquai que l'effervescence, qui jusque là n'avait pas été sensible, devenait assez vive, et que le sulfate de baryte se précipitait en flocons. J'achevai la saturation le plus tôt qu'il me fut possible, et je filtrai. J'obtins une liqueur qui ne contenait ni acide sulfurique ni baryte; du moins elle ne précipitait ni par le nitrate de baryte, ni par l'acide sulfurique. Cependant elle renfermait beaucoup d'oxigène. Evaporée jusqu'à siccité, elle ne laissait qu'un résidu à peine appréciable qui n'avait probablement aucune influence sur l'oxigénation du liquide. L'eau, d'après cela, paraît donc capable de pouvoir être oxigénée, et je sais déjà qu'elle peut prendre plus de six fois son volume d'oxigène.

L'eau oxigénée, placée dans le vide, n'abandonne pas l'oxigène qu'elle contient; elle se concentre, et finit par se vaporiser. Plongée dans un mélange frigorifique, elle se congèle sans subir d'altération, tandis qu'elle perd tout son oxigène par une chaleur de 100°. Mise en contact avec l'oxide d'argent, elle le réduit tout-à-coup en se désoxi-

génant elle-même, de sorte que l'effervescence est très-considérable. L'argent à l'état métallique la désoxigène presqu'aussi bien qu'à l'état d'oxide : il en est de même de l'oxide puce de plomb. L'eau de baryte, l'eau de strontiane et l'eau de chaux forment avec elle une foule de paillettes, comparables à celles qui se produisent par le mélange d'un acide oxigéné et de ces dissolutions alcalines. L'eau oxigénée possède d'ailleurs beaucoup d'autres propriétés que je ferai connaître par la suite.

Mais si l'eau est susceptible de s'oxigéner, existe-t-il des acides réellement oxigénés ? L'eau oxigénée abandonne beaucoup plus facilement son oxigène lorsqu'elle est pure que lorsqu'elle contient un peu d'un acide, tel que l'acide phosphorique, fluorique, sulfurique, hydrochlorique, arsénique, oxalique, etc. En effet, que l'on prenne de l'eau oxigénée, qu'on la chauffe au point d'en dégager beaucoup de gaz oxigène, et qu'on y ajoute un peu de l'un de ces acides, qui pourront même être chauffés d'avance, et à l'instant même le dégagement de gaz cessera. Les acides sulfurique, phosphorique, oxalique, fluorique, peuvent même être chauffés pendant plus d'une heure, sans perdre à beaucoup près tout l'oxigène qu'ils contiennent (1). Ainsi, leur présence dans l'eau oxigénée augmente l'affinité du liquide pour l'oxigène.

Il me paraît en être de même du sucre, de plusieurs autres substances végétales et de diverses substances ani-

---

(1) L'acide fluorique l'abandonne un peu plus tôt que les autres lorsque l'expérience se fait dans le verre, parce que le verre se trouve attaqué.

males ; et s'il m'était permis d'aller plus loin, je dirais que vraisemblablement la plupart des corps ont sur l'eau oxigénée une action qui tend à unir plus intimement l'oxigène à l'eau, ou à l'en séparer. Tous les acides sont dans le premier cas : les métaux, les sulfures métalliques, les oxides métalliques, le charbon, etc., sont dans le second ; ce qui tend à nous faire voir de plus en plus que ces phénomènes dépendent de l'électricité.

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 26 *octobre* 1818.

M. Leroi communique une expérience sur l'inflammation de la poudre par le choc, sans qu'il y ait auparavant d'étincelle produite.

Au nom d'une commission, M. Dupin fait un rapport *sur le moyen proposé par M. Duboul pour commettre les cordages.*

Commettre un cordage, c'est mettre ensemble, c'est unir par la torsion les élémens de ce cordage ; élémens que l'on nomme *torons*, et qui sont eux-mêmes formés d'autres *torons* commis ensemble, ou par de simples fils tordus uniformément.

On sait que l'effet nécessaire de la torsion des élémens d'un cordage est de raccourcir ces élémens, de sorte, par exemple, qu'avec des fils qui auraient 1200 mètres

de longueur, on ne pourrait faire qu'un câble de 1000 mètres, de 900 mètres, etc.

Dans les cordages les plus simples, on prend trois faisceaux égaux en nombre et en force des fils; on les tord séparément, puis on les tord ensemble : on les commet.

Dans les câbles, on prend trois de ces cordages; on les tord encore ensemble, on les commet une seconde fois.

Chacune de ces deux opérations produit, par l'effet de la torsion, un raccourcissement particulier, et le raccourcissement total est la somme de ces deux ou de ces trois raccourcissemens.

Ici, se présentent plusieurs questions intéressantes.

Pour faire un cordage une fois, deux fois commis, quel est le degré total de torsion qui présente la moindre diminution dans la force totale des fils allongés en ligne droite et réunis en faisceaux?

Quel est ensuite le rapport le plus avantageux de la torsion d'un simple toron à celle du premier et à celle du second commétage?

C'est ici que M. Duboul diffère essentiellement des usages de nos ports. Il donne généralement un moindre raccourcissement à ses cordages. Proportionnellement il tord davantage les simples torons, et fait ensuite d'autant moins considérable le premier et surtout le second commétage. Quel doit être l'effet de cette différence de procédés? On sait, d'après Duhamel, que, toutes choses égales d'ailleurs, moins le raccourcissement produit par la torsion est grand, plus le cordage a de force. Ainsi, les cordages de M. Duboul ont plus de force. D'un

autre côté, les cordages, plus raccourcis, sont plus serrés ; l'eau les pénètre moins facilement ; ils se détériorent moins vite, et cette considération est d'une extrême importance dans les travaux de la marine.

A cela, on peut répondre que M. Duboul donnant à ses premiers torons un raccourcissement très-grand, ils sont à-peu-près aussi tordus que suivant la méthode ordinaire : or, l'humidité dangereuse pour les câbles n'est pas celle qui s'insinue entre les torons, mais qui pénètre les torons eux-mêmes.

On tord beaucoup les cordages de la marine, afin que leurs fils, plus serrés l'un contre l'aure, présentent un ensemble qui résiste mieux aux frottemens qui déchirent leur tissu extérieur et les mettent hors de service.

Ici, l'on peut dire que la résistance de ce tissu dépend de la torsion de chaque toron, et non de l'allongement plus ou moins grand des spirales formées par le commétage des torons. On prouverait même aisément que plus ces spirales sont allongées, plus les cordages doivent couler aisément et sans résistance sur les poulies et d'autres corps, et moins les cordages doivent s'user.

En résumant, les commissaires ont pensé que les propositions de M. Duboul méritent un nouvel examen, et qu'elles ne peuvent être appréciées que par une suite d'expériences bien faites.

M. Duboul a proposé aussi, pour commettre les câbles, une machine nouvelle qui, d'après l'avis des commissaires, peut être utile.

M. Vauquelin fait un rapport *sur les étiquettes inaltérables* que M. Lutton *applique sur le verre.*

Pour former ces étiquettes, M. Lutton étend sur la surface des vases de verre un émail blanc auquel il donne la forme d'un carré de papier; ensuite il trace les lettres dans le vernis avant de le cuire, en sorte que c'est la transparence du verre qui rend les caractères visibles.

M. Brongniart commence la lecture d'un Mémoire de M. Gallois, ingénieur des mines, *sur le fer carbonaté lithoïde.*

Séance du lundi 2 novembre.

M. Brongniart achève la lecture, commencée dans la séance précédente, du Mémoire de M. Legallois. (Nous aurons l'occasion de nous en occuper plus tard.)

M. Navier lit un Mémoire *sur les roues à élever l'eau.* (Nous ferons connaître ce travail à nos lecteurs, quand les commissaires nommés par l'Académie l'auront examiné.)

M. Ampère fait un rapport *sur une échelle à incendie* de l'invention de M. Rivey. Sans donner à cet appareil la préférence sur les moyens analogues présentés par d'autres mécaniciens, le rapporteur estime qu'il y a, dans la machine de M. Rivey, une idée nouvelle, qui pourra être utile dans quelques cas.

Pour rendre moins flexible la longue échelle que sa machine nécessite, et lui conserver néanmoins de la légèreté, M. Rivey a imaginé de la former de deux paires de limons, garnies chacune de leurs échelons; ce qui forme deux échelles placées l'une au-dessus de l'autre, séparées par un intervalle équivalent à la longueur d'une marche d'escalier, et liées ensemble par des

traverses, en sorte que les échelons de l'une sont vis-à-vis le milieu des intervalles qui séparent les échelons de l'autre. Au moyen de cette disposition, l'auteur est parvenu à donner à la double échelle la forme d'un escalier à deux faces, en passant sur les échelons une corde qui les embrasse tous alternativement et occupe toute la largeur de l'échelle; ce qui forme autant de marches qu'il y a d'échelons. Par là, le pied trouve un appui plus commode que sur un simple échelon, et les cordes dérobent à la vue, la profondeur à laquelle il s'agit de descendre : profondeur que beaucoup de personnes n'envisagent pas sans crainte.

M. Dupin lit un Mémoire de M. Chanot *sur la torsion des cordages.* (Un rapport sera fait à ce sujet.)

Séance du lundi 9 novembre.

On lit un Mémoire de M. Hubert relatif aux travaux exécutés par cet ingénieur dans l'arsenal de Rochefort. Une commission est chargée d'examiner ce Mémoire.

M. Houtou-Labillardière lit un Mémoire *sur l'acide pyro-mucique,* qui de même est renvoyé à l'examen d'une commission.

M. Moreau de Jonnès lit des *Considérations géologiques et minéralogiques sur les îles de la Guadeloupe.*

M. Brun-Neergard communique à l'Académie une *Notice sur les travaux* de feu le Dr Munster, de Copenhague.

Séance du lundi 16 *novembre.*

Sur la demande de M. Beaufort, on dépose au Secrétariat *une pièce d'horlogerie*, enfermée dans une petite boîte scellée.

On y dépose également un paquet cacheté sur lequel est écrit : *Travail pour être déposé au Secrétariat, par M. de La Borne.* 16 novembre 1818.

M. Moreau de Jonnès continue la lecture de son Mémoire.

Les Sections de Botanique et d'Astronomie présentent, en comité secret, les listes suivantes de candidats pour les places de correspondans vacantes ; savoir, pour la botanique :

MM. Smith, à Norwich; Kunth, à Berlin ; Auguste Saint-Hilaire, au Brésil ; Schwegerchen, à Kœnisberg ; Persoon, en Angleterre ; Dunal, à Montpellier; Saint-Amans, Acharius, Mertens et Rœmer.

Pour l'astronomie :

MM. le général Brisbane, en Ecosse ; Schubert, à Pétersbourg ; Groombridge, à Blacheath, près de Londres ; Carlini, à Milan ; Brinkley, à Dublin ; Struve, à Dorpadt.

Le reste de la séance a été consacré à la discussion des titres de ces divers candidats.

MOUVEMENT *de la population de la ville de Paris, pendant l'année* 1817, *fourni au Bureau des Longitudes par la Préfecture du Département.*

NAISSANCES	à domicile,	en mariage,	garçons	7395	14423
			filles	7028	
		hors mariage,	garçons	2216	4429
			filles	2213	
	aux hôpit.	en mariage,	garçons	148	289
			filles	141	
		hors mariage,	garçons	2360	4618
			filles	2258	

Total des naissances, { garçons... 12,119, filles..... 11,640.

23,759.

ENFANS naturels.	reconnus...	masc.	1073	9,047.
		fémin.	1037	
	abandonnés.	masc.	3503	
		fémin.	3434	
DÉCÈS.	à domicile....	masc.	5805	21,124.
		fémin.	6379	
	aux hôpitaux..	masc.	3911	
		fémin.	4072	
	militaires français.....		602	
	dans les prisons.....		83	
	déposés à la morgue....		272	
MARIAGES.	garçons et filles...		5171	6,382.
	garçons et veuves.		355	
	veufs et filles....		605	
	veufs et veuves...		251	

Décès pour cause de petite-vérole.

Dans leur 1re année.	79	740, savoir :	masc. 402
D'un à 2 ans.	97		fém. 338.
De 2 à 3 ans.	101		
De 3 à 4 ans.	105		
De 4 à 5 ans.	70		
De 5 à 6 ans	58		
De 6 à 7 ans	58		
De 7 à 8 ans	28		
De 8 à 9 ans	22		
De 9 à 10 ans.	20		
De 10 a 15 ans	41		
De 15 à 20 ans	30		
De 20 à 25 ans	17		
De 25 à 30 ans	10		
De 30 à 40 ans	4		

N. B. Les décès pour cause de petite-vérole sont compris dans les décès précédens.

Analyse *de plusieurs Calculs et Concrétions trouvés dans différens animaux* (1).

Par J. L. Lassaigne.

1°. *Calcul trouvé dans la vessie d'un chien.*

Ce calcul était jaunâtre, d'une forme irrégulière, de la grosseur environ d'une noisette.

Traité par une dissolution de potasse caustique, il

(1) Toutes ces concrétions m'ont été remises par MM. Dupuy et Barthelemy, professeurs à l'Ecole royale vétérinaire, qui les ont extraites eux-mêmes des parties des animaux où elles étaient contenues.

s'est pour la plus grande partie dissous, à l'exception d'une petite quantité de poudre blanche. Pendant cette opération, il s'est dégagé de l'ammoniaque en abondance.

La solution alcaline, saturée par l'acide muriatique, a formé un précipité blanc floconneux, qui a perdu son volume par la dessiccation, et s'est transformé en une poudre blanche jaunâtre cristalline.

Cette matière était inaltérable à l'air, très-peu soluble dans l'eau, même bouillante, d'où elle se séparait, par le refroidissement, sous forme de petits cristaux. Elle rougissait légèrement la teinture du tournesol.

Soumise à la distillation dans une petite cornue de verre lutée, elle a donné tous les produits des substances animales.

Les alcalis caustiques en opéraient facilement la dissolution, d'où les acides la précipitaient.

Traitée par l'acide nitrique à l'aide d'une douce chaleur, elle s'est dissoute : cette dissolution, évaporée à siccité, a pris alors une belle couleur rouge carminée.

Les expériences auxquelles cette matière a été soumise suffisent pour la faire regarder comme de l'*acide urique*.

La liqueur qui avait laissé précipiter cet acide, mêlée avec l'eau de chaux, n'a nullement changé.

La partie de ce calcul insoluble dans la potasse m'a présenté tous les caractères du phosphate de chaux.

Il résulte de ces expériences, que ce calcul est composé d'urate d'ammoniaque, qui en fait la plus grande partie, et de phosphate de chaux.

Cette analyse présente donc une observation nouvelle;

car MM. Fourcroy et Vauquelin, dans leurs nombreuses et belles recherches sur les concrétions de tous les animaux, ont trouvé que les calculs urinaires du chien étaient formés de carbonate de chaux, de phosphate de chaux et de phosphate ammoniaco-magnésien, quelquefois aussi d'oxalate de chaux.

2°. *Calculs urinaires du Bœuf.*

Ils étaient formés de carbonate de chaux et de magnésie.

Calcul salivaire d'une vache.

Ce calcul était blanc, très-dur, susceptible de recevoir un poli; il était de la grosseur d'un œuf de pigeon; son noyau était un grain d'avoine.

L'acide muriatique faible l'a dissous avec une vive effervescence écumeuse; il n'est resté que quelques flocons qui nageaient dans la liqueur et qui étaient de nature animale.

La dissolution, mêlée avec l'ammoniaque, a formé un léger précipité floconneux qui a été reconnu pour du phosphate de chaux.

La liqueur surnageante a formé avec l'oxalate d'ammoniaque un précipité blanc très-abondant d'oxalate de chaux; ce qui prouve que l'effervescence qui a eu lieu pendant la dissolution du calcul dans l'acide était occasionnée par la décomposition du carbonate de chaux.

Concrétion trouvée dans le canal salivaire d'un cheval.

Cette concrétion était blanche, molle, élastique; sa forme était absolument celle du canal où elle était logée.

L'eau froide n'en a extrait qu'une petite quantité d'albumine, de sous-carbonate et de muriate de soude.

L'alcool bouillant en a retiré une trace de matière grasse, blanche, fluide à la température ordinaire.

Les dissolutions de potasse et de soude caustiques en ont opéré la dissolution avec facilité.

Calcinée dans un creuset de platine, elle s'est décomposée en répandant une odeur de corne brûlée, et a donné une cendre blanche peu abondante, composée de sous-carbonate, de muriate de soude et de phosphate de chaux.

Ces expériences prouvent que cette concrétion est formée d'une matière animale qui jouit de toutes les propriétés du mucus, d'un peu d'albumine et des sels énoncés ci-dessus.

Concrétion qui s'était formée dans le cerveau d'un cheval.

Elle était blanchâtre, légèrement molle, de la grosseur environ d'une noix.

L'alcool bouillant n'en a dissous qu'une partie : ce liquide, en refroidissant, a laissé déposer une matière blanche lamelleuse, d'un aspect nacré magnifique.

Cette matière, examinée, a présenté les caractères suivans :

1°. Elle ne tachait pas le papier à la manière des corps gras.

2°. Elle fondait à une température de 135 à 136° centig.; par son refroidissement, elle cristallisait en lames brillantes.

3°. Traitée par les alcalis caustiques, elle n'a subi aucune altération. Il ne me paraît pas douteux, d'après ces expériences, que cette matière ne soit de la même nature que la substance cristalline des calculs biliaires de l'homme, qui avait été nommée premièrement *adipocire;* mais qui, d'après l'examen de M. Chevreul, jouissant de propriétés différentes de celles des autres corps gras, a été nommée *cholestérine* par ce chimiste.

La partie de cette concrétion insoluble dans l'alcool était composée d'une matière animale albumineuse et de phosphate de chaux.

Concrétions formées dans le poumon d'une vache affectée de la phthisie pulmonaire.

Ces concrétions étaient sous forme de petits grains blancs, très-durs, réunis entre eux par une membrane muqueuse.

L'acide nitrique faible les a dissoutes avec une légère effervescence; la dissolution a précipité du phosphate de chaux par l'ammoniaque, et la liqueur, décantée, a donné de nouveau un précipité par l'oxalate d'ammoniaque; d'où il résulte qu'elles étaient composées de phosphate de chaux et d'un peu de carbonate de la même base.

Concrétions trouvées dans un kyste situé dans le mésentère d'un taureau attaqué de la phthisie.

Elles ont donné à l'analyse chimique les mêmes résultats que celles du poumon de la vache.

Matière qui était renfermée dans un squirrhe trouvé dans le méso-colon d'une jument.

Cette substance était jaunâtre, grasse au toucher, d'une odeur d'huile rance; elle tachait fortement le papier brouillard.

On l'a fait bouillir avec de l'alcool concentré, qui en a dissous une partie : par son refroidissement, ce liquide a déposé des cristaux blancs lamelleux qui avaient toutes les propriétés de la cholestérine. L'alcool, évaporé, a donné pour résidu une graisse jaune, d'une odeur rance : en refroidissant, elle a cristallisé en petites aiguilles blanches qui rougissaient la teinture du tournesol, quoiqu'elles eussent été fondues plusieurs fois dans l'eau chaude. Brûlées dans un creuset de platine, elles ont donné un charbon alcalin.

La matière qui est restée insoluble dans l'alcool était de l'albumine, qui a fourni par sa calcination du phosphate et du carbonate de chaux.

Lettre *de M.* Chevreul *à MM. les Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique, *sur l'Acide ellagique de M.* Braconnot.

« Messieurs,

» Vous venez d'insérer, dans votre journal, un Mémoire de M. Braconnot *sur la noix de galle*, dans lequel il annonce la découverte d'un acide qu'il propose d'appeler *ellagique;* auriez-vous la bonté de donner place,

dans vos *Annales*, à une réclamation dont l'objet est d'avertir vos lecteurs que, *dans le sixième volume du* Dictionnaire de Chimie et de Métallurgie de l'Encyclopédie méthodique, *rédigé par MM. Fourcroy et Vauquelin, et imprimé chez madame Agasse en* 1815, *on lit, au mot* Tannin, *page* 230 *et suiv., l'extrait d'un travail de M. Chevreul sur la noix de galle*, dans lequel sont consignées des expériences assez détaillées sur l'*acide ellagique*, qui tendent à prouver que cette substance contient, 1° *un principe colorant jaune volatil*; 2° *de l'acide gallique*; 3° *un principe colorant rouge*; 4° *une matière azotée*; 5° 1,14 *de chaux et de fer pour* 100 *d'acide ellagique*. Je suis arrivé à ces conclusions en opérant une dissolution partielle de l'acide ellagique dans l'alcool au moyen du digesteur distillatoire que j'ai décrit dans les *Annales du Muséum d'Histoire naturelle*, ainsi que dans les *Annales de Chimie*.

» Mon but, en faisant un travail sur la noix de galle, a moins été d'y trouver des corps nouveaux, que de rechercher si l'existence du tannin comme principe immédiat des végétaux était fondée, c'est pourquoi j'ai envisagé l'*acide ellagique* sous d'autres rapports que M. Braconnot. J'ai observé qu'il rougissait le papier de tournesol; mais je ne lui ai pas donné de nom particulier, parce que je n'ai pas pensé l'avoir obtenu à l'état de pureté. »

P. S. « Incessamment je vous donnerai un travail sur une nouvelle substance trouvée dans l'épiderme du bouleau, et dont j'ai annoncé l'existence dans l'ouvrage de M. Mirbel; et un Mémoire sur une matière jaune

pulvérulente, qui se trouve dans le *bois jaune*. Cette matière, dont j'ai eu plusieurs fois l'occasion d'entretenir la Société philomatique, est principalement formée d'une substance rouge insoluble dans l'éther, et d'une substance jaune qui s'y dissout fort bien, et qui s'en sépare sous la forme d'aiguilles d'un beau jaune. »

Paris, 26 novembre 1818.

VARIÉTÉS.

Masse remarquable de platine.

Un esclave nègre qui travaillait, en 1814, dans la mine d'or appelée *Condoto*, située dans la province de *Novita*, gouvernement de *Chocò*, trouva près de la mine une masse lourde, blanchâtre, ovale et légèrement convexe. Il la remit au propriétaire de la Quebrada de Apotò, Dn Ignacio Hurtado. Celui-ci l'a envoyée au Muséum de Madrid, où l'on a reconnu que cette masse est du platine. Ceux qui ont été à portée d'examiner les plus gros *grains* de platine natif qui existent dans les cabinets de minéralogie les mieux assortis, seront étonnés d'apprendre que la *masse* de M. Hurtado a *deux pouces* sur son plus petit diamètre; *deux pouces quatre lignes et demie* sur le plus grand, et que sa hauteur égale *quatre pouces et quatre lignes*. Le poids est d'*une livre neuf onces et un drachme*. La surface est raboteuse, et offre çà et là quelques taches jaunâtres d'oxide de fer.

M. de Humbolt, dans son mémorable voyage, avait déjà recueilli, près du Choco, une pépite de platine pesant 1089 grains. Il est donc permis d'espérer qu'on découvrira, un jour, dans ces contrées, quelque filon de ce précieux métal.

Grêle d'une grosseur extraordinaire.

(Extrait d'une lettre du Dr N. Crookshank au Dr P. Wilson, du collége Columbia.)

(*Transactions of the literary and philosophical Society of New-York.* I. 353.)

« Le 4 de juin (1814), vers midi, on aperçut, à l'horizon, dans le sud-ouest, un nuage sombre, ayant l'apparence ordinaire d'un nuage électrisé : c'est-à-dire, qu'on remarquait des protubérances hémisphériques ou convexes sur les côtés supérieurs des différentes couches du nuage, tandis que la partie inférieure paraissait parallèle à la surface de la terre. On voyait quelques nuages légers venir avec une grande rapidité du nord-est, et se diriger vers le premier nuage un peu plus gros qu'ils semblaient rencontrer; les uns et les autres, s'élevant ensuite perpendiculairement de plusieurs degrés, parurent atteindre à une hauteur prodigieuse. Je prédis alors qu'on aurait de la grêle; et en effet, il ne tarda pas à en tomber d'une grosseur extraordinaire. Après l'orage, qui se termina par de la pluie, on en ramassa plusieurs grains dont la grosseur était telle qu'ils ne purent entrer dans une coupe de quatre pouces de diamètre. D'autres grains, recueillis pendant la chute de la grêle, avaient treize, quatorze et même quinze pouces de circonférence; et cependant, chose étonnante, cette grêle ne causa aucun dommage sensible, quoique la surface qu'elle atteignit eût cinq milles de largeur, vingt ou trente de longueur,

et que l'espace où tomba la plus grosse grêle, au centre du premier, eût environ un mille. Le nuage orageux semblait formé de plusieurs nuages détachés les uns des autres et se mouvant en échelons. Heureusement il faisait très-peu de vent. Les plus gros grêlons paraissaient formés par la réunion d'un grand nombre d'autres, et ceux-ci, à leur tour, étaient également composés de grêlons plus petits. Quelques-uns cependant, d'une grosseur plus qu'ordinaire, étaient simples, et ressemblaient à une boule de neige qui aurait été immergée dans l'eau et gelée de nouveau. Les plus gros de cette espèce que j'aie vus avaient la section d'un gros œuf de poule. Le même jour, à cinq heures environ après midi, on ressentit un vent si brûlant que tous ceux qui le respiraient étaient menacés d'une mort prochaine : on n'avait d'autre remède que de se baisser tout près de la surface de la terre. Ce vent sécha les feuilles de plusieurs végétaux, et c'est par ce moyen qu'on a suivi ses traces, dans une étendue de soixante milles, le long et près de la rivière Ohio. Dans les environs de Cincinnati, il blanchit les pointes des tiges vertes de tout un champ d'avoine. »

N. B. « Le courant d'air chaud s'est fait sentir entièrement hors des limites dans lesquelles la grêle était tombée, à l'est et au sud. »

Dureté de la peau du Rhinocéros.

Il résulte de quelques expériences faites récemment dans l'Inde, qu'une balle de fusil qui vient frapper,

même de très-près, la peau d'un rhinocéros, ne la traverse pas et rejaillit. Il est vrai que la carcasse sur laquelle ces essais ont été faits appartenait à un individu d'une grande taille et très-vieux. Ce rhinocéros avait été tué près de Givalpara, sur les frontières de la contrée sauvage d'Asam. Il existe là un nombre prodigieux de ces animaux; le Bourampouter en est quelquefois tellement couvert, que les plus petites chaloupes ne trouveraient pas d'issue pour le traverser, quoique ce fleuve ait près d'une lieue de large.

Nouveau moyen de faire des crayons.

La méthode suivante est indiquée, dans les *Transactions de la Société des Arts*, comme fournissant d'excellens crayons.

On se procure du charbon à grain très-fin; on le scie en fragmens de la grosseur qu'on desire donner aux crayons; tous ces fragmens sont placés, pendant une demi-heure environ, près d'un feu léger, dans une terrine remplie de cire d'abeille fondue; après ce temps, on les retire, et il ne reste plus qu'à les laisser se refroidir.

Pour donner un grand degré de dureté au charbon, il faut ajouter de la résine à la cire d'abeille; on substituera un peu de beurre ou de suif à la résine, si l'on desire, au contraire, que les crayons soient très-mous. Les dessins faits avec ces crayons, dit l'auteur à qui nous empruntons ce procédé, sont aussi inaltérables que si on s'était servi d'encre, et le frottement ne les efface pas.

Il ajoute que ce moyen, aussi simple qu'économique, peut être employé de même pour durcir les pierres calcaires noires et rouges dont se servent également les dessinateurs.

Nouvelles Comètes.

M. Pons, astronome adjoint à l'Observatoire de Marseille, vient de découvrir deux nouvelles comètes.

Lorsqu'il aperçut la première des deux, le 26 novembre 1818, elle était dans la constellation de Pégase. M. Blanpain l'a observée les 27 et 28 novembre, et a trouvé les positions suivantes :

Le 27 novembre, à $8^h.46'$, temps moyen compté de midi, au méridien de Marseille ; ascension droite de la comète, $332^o.25'$; déclinaison boréale, $8^o.2'$.

Le 28 du même mois, à $8^h.0'$, ascension droite, $332^o.2'$; déclinaison boréale, $7^o.48'$.

Cette comète est très-petite, très-mal terminée et d'une lumière fort pâle : on ne la voit pas à l'œil nu.

La seconde est un peu plus brillante ; M. Pons l'aperçut pour la première fois le 28 novembre : elle était alors dans la constellation de l'Hydre. Les observations de M. Blanplain ont fourni les résultats suivans :

Le 30 novembre, $17^h.37'$, temps moyen compté de midi, au méridien de Marseille, ascension droite, $179^o38'$, et déclinaison, $29^o.17'$ australe.

Le lendemain 1 décembre, à $17^h.57'$, ascension droite, $180^o.39'$, et déclinaison, $28^o.47'$ australe.

On peut se procurer les *lampes sans flamme*, dont nous avons donné la description tome VII, page 207, chez M. Lerebours, opticien, place du Pont-Neuf, à Paris.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.	à midi.	
1	758,50	+10,7	97	758,60	+14,6	77	758,15	+14,1	78	758,94	+ 8,8	98	+14,6	+ 8,8	Très-nuageux.	O.
2	758,81	+10,6	97	758,07	+14,0	90	756,78	+14,4	79	756,28	+10,0	99	+14,4	+ 9,2	Couvert, brouillard.	S.
3	754,29	+10,2	94	753,60	+14,0	77	752,50	+13,7	69	751,53	+ 8,0	99	+14,0	+ 7,2	Très-nuageux.	S.
4	748,66	+ 8,4	90	747,47	+13,5	73	746,06	+15,5	65	745,57	+12,0	90	+15,5	+ 4,7	Légers nuages.	S.
5	742,60	+12,5	86	741,51	+16,1	67	740,36	+17,0	55	739,91	+13,1	80	+17,0	+10,0	Nuageux.	S. E.
6	742,68	+11,7	99	744,22	+13,0	86	745,44	+13,7	76	748,82	+10,6	89	+13,7	+10,3	Couvert.	S. O.
7	751,78	+ 7,5	95	752,21	+11,8	77	752,39	+12,2	60	754,38	+ 6,1	89	+12,2	+ 4,9	Beau, brouillard.	S. O.
8	755,16	+ 7,4	92	755,00	+12,5	73	754,83	+11,7	76	755,14	+ 9,4	90	+12,5	+ 5,7	Nuageux, brouill.	S. O.
9	756,13	+ 8,2	97	756,15	+10,8	87	756,10	+11,0	82	756,78	+ 8,0	91	+11,0	+ 6,7	Couvert, brouillard.	O.
10	756,32	+ 7,5	98	756,10	+10,6	82	755,50	+11,1	74	755,73	+ 9,0	91	+11,1	+ 6,2	Nuageux, brouillard.	S.
11	754,86	+ 8,2	100	754,63	+ 9,6	97	754,03	+10,9	85	753,42	+ 8,9	90	+10,9	+ 8,0	Pluie continuelle.	S. E.
12	750,42	+ 7,0	92	749,77	+11,5	79	749,02	+13,0	76	749,46	+ 9,0	97	+13,0	+ 5,0	Légers nuages.	E. S E.
13	750,17	+ 9,0	96	750,35	+13,7	90	750,51	+12,4	98	751,72	+ 8,8	98	+13,7	+ 7,5	Couvert.	S. E.
14	753,79	+ 8,7	97	753,51	+14,1	87	752,77	+15,1	81	753,39	+12,2	97	+15,1	+ 6,7	Nuageux.	S. S. O.
15	752,04	+10,9	91	752,53	+12,5	72	752,47	+12,0	64	754,40	+ 9,6	84	+12,5	+ 8,7	Nuageux.	O.
16	753,23	+ 9,2	98	751,40	+12,7	97	750,60	+13,2	99	750,13	+14,0	98	+14,0	+ 8,7	Pluie continuelle.	S. O.
17	753,56	+11,5	84	754,80	+12,7	65	755,23	+12,4	62	757,90	+ 9,5	80	+12,8	+ 9,2	Beau.	N. O.
18	760,22	+ 8,7	86	760,82	+12,7	77	760,84	+11,7	78	761,14	+ 7,5	95	+12,8	+ 7,2	Couvert, brouillard	N. O.
19	761,20	+ 4,2	97	760,76	+ 6,5	88	759,72	+ 9,6	61	758,13	+ 5,7	86	+ 9,6	+ 3,5	Beau, brouillard.	S. E.
20	755,14	+ 4,4	82	753,80	+ 7,1	70	752,20	+ 7,7	63	751,19	+ 3,1	80	+ 7,7	+ 2,7	Beau.	E.
21	748,76	+ 1,9	82	748,08	+ 4,2	76	747,98	+ 5,1	72	749,40	+ 1,4	84	+ 4,2	+ 0,4	Légers nuages.	E. N E.
22	751,30	+ 1,1	92	751,32	+ 5,2	84	751,15	+ 5,8	90	751,32	+ 5,8	98	+ 5,8	— 0,1	Couvert, brouillard.	E. très-f.
23	751,23	+ 8,2	97	751,-3	+10,9	96	752,30	+12,0	96	753,47	+ 7,1	97	+12,0	+ 6,2	Couvert.	S.
24	752,20	+10,0	96	752,77	+13,5	90	753,88	+13,2	94	758,20	+10,2	95	+13,5	+ 9,1	Couvert.	S.
25	763,60	+ 7,0	97	764,09	+ 7,9	96	73,99	+ 8,5	97	765,23	+ 7,2	97	+ 8,5	+ 6,7	Brouillard épais.	O.
26	766,77	+ 7,7	97	767,10	+ 9,5	91	765,91	+10,7	93	767,88	+ 9,4	98	+10,8	+ 7,2	Couvert, brouillard.	S.
27	769,56	+ 9,4	97	769,57	+12,0	93	769,43	+12,2	91	769,88	+10,2	98	+12,6	+ 9,0	Couvert	O. faible.
28	770,09	+ 9,6	97	769,46	+11,5	96	768,76	+12,7	88	768,40	+10,7	89	+12,7	+ 9,2	Très-nuageux.	O.
29	768,34	+ 8,5	92	768,07	+ 9,5	88	767,24	+ 8,5	94	767,06	+ 6,2	97	+ 9,5	+ 5,9	Couvert.	S. O.
30	765,81	+ 3,7	97	766,18	+ 4,6	96	765,66	+ 3,5	96	764,83	+ 2,0	98	+ 4,6	+ 2,0	Couvert, brouillard.	S. S. O.
1	752,49	+ 9,5	94	752,29	+13,1	79	751,81	+13,4	71	752,31	+ 9,5	92	+13,6	+ 7,4	Moyennes du 1 au 10	
2	754,46	+ 8,2	92	754,24	+11,3	82	753,74	+11,8	77	754,09	+ 8,8	90	+12,2	+ 6,7	Moyennes du 11 au 20.	
3	760,76	+ 6,7	94	760,84	+ 8,9	91	760,73	+ 9,2	91	761,57	+ 7,0	95	+ 9,4	+ 5,6	Moyennes du 21 au 30.	
	755,91	+ 8,1	93	755,79	+11,1	84	755,43	+11,4	80	755,99	+ 8,4	92	+11,7	+ 6,5	Moyennes du mois	+ 9,1.

SUITE

Des Recherches sur un nouveau corps minéral trouvé dans le soufre fabriqué à Fahlun.

PAR J. BERZELIUS.

17) *Séléniate de fer oxidulé.* L'acide sélénique n'attaque presque pas le fer. Celui-ci y prend une couleur de cuivre, en se couvrant d'une couche mince de sélénium, et toute réaction finit par là.

Si on mêle une dissolution d'un sel à base d'oxidule de fer avec un séléniate neutre à base d'alcali, il se forme un précipité blanc qui commence bientôt à se colorer d'abord en gris, et ensuite en jaune, à mesure que l'air peut agir sur lui. Après être séparé, lavé et séché, il est blanc-jaunâtre. Si on verse de l'acide muriatique sur le séléniate de fer nouvellement formé, et surtout si on chauffe un peu, l'acide le décompose, en laissant du sélénium réduit non dissous. Par l'action de l'acide, l'oxidule de fer réduit une partie de l'acide sélénique, et l'acide muriatique dissout de l'oxide rouge de fer, avec une partie d'acide sélénique non décomposé : c'est pourquoi la dissolution muriatique se colore en jaune.

Le *biséléniate* se forme lorsqu'on fait dissoudre le sel précédent dans l'acide sélénique, ou lorsqu'on mêle un sel à base d'oxidule de fer avec un biséléniate soluble. Le biséléniate de fer est peu soluble, et commence, après quelques momens, à se déposer. Si on chauffe une dissolution qui contient ce biséléniate, il se décompose et

donne un précipité brun : c'est du séléniate à base d'oxide rouge, mêlé de sélénium réduit.

18) *Séléniate de fer oxidé.* Le sel neutre se précipite par une décomposition double; il forme une poudre blanche qui, par le dessèchement, devient un peu jaunâtre. Le séléniate chauffé donne d'abord son eau de combinaison, devient rouge, et à une température plus élevée, l'acide se sublime et peut en être entièrement chassé.

Si on fait dissoudre du fer métallique dans un mélange bouillant d'acide sélénique et d'acide nitro-muriatique, prenant garde que tout l'acide nitrique ne soit point décomposé, le liquide dépose pendant son refroidissement, sur les parois du vaisseau, un sel vert de pistache, en forme d'une cristallisation feuilletée. J'ai des raisons pour le considérer comme le *biséléniate de l'oxide rouge du fer.* Il ne se dissout point dans l'eau; mais l'acide muriatique le dissout avec une couleur orange. La potasse caustique ajoutée en excès donne un précipité rouge; d'où il s'ensuit que la couleur verte n'est point due à la présence de l'oxidule de fer. Exposé à une température élevée, ce sel donne d'abord son eau de combinaison et paraît noir; mais il devient rouge comme du colcothar par le refroidissement. En augmentant la température, il laisse dégager de l'acide sélénique, sans aucune trace de sélénium réduit; ce qui n'aurait point lieu s'il eût contenu de l'oxidule de fer. Il ne reste enfin que de l'oxide rouge.

Si on fait digérer l'un des deux séléniates précités avec de l'ammoniaque caustique, celle-ci en sépare une partie de l'acide sélénique, et il reste un sous-sélé-

niate rouge qui partage la propriété des autres sous-sels à base d'oxide rouge de fer, de passer par le papier à filtrer lorsqu'on veut les laver. Ce sous-sel se décompose au feu, et laisse l'oxide pur. D'après une expérience analytique, à laquelle cependant je ne puis pas attacher une grande confiance, ce sous-sel est composé de 52 p. d'acide sur 48 p. d'oxide de fer, et l'acide et la base contiennent une quantité égale d'oxigène.

19) *Séléniate de cobalt.* Le sel neutre est une poudre rose, insoluble. Le biséléniate donne, par l'évaporation, un vernis rouge, beau et luisant.

20) *Séléniate de nickel.* Le sel neutre encore humide est une poudre blanche, insoluble, qui, après être séchée, prend une couleur vert de pomme pâle. Le biséléniate est soluble, et donne une masse verte, ressemblant à une gomme.

21) *Séléniate de plomb.* L'acide sélénique précipite l'oxide de plomb, tant du muriate que du nitrate de plomb. Le précipité formé dans le dernier contient aussi toujours de l'acide nitrique. On l'obtient pur en précipitant du muriate de plomb par du séléniate d'ammoniaque en excès. Il forme une poudre blanche et lourde, qui se dépose bien vite, et qui ne se dissout point par un excès d'acide. Le séléniate de plomb se liquéfie comme le muriate; mais il lui faut peut-être une température un peu plus élevée. La masse fondue est transparente et jaunâtre; elle redevient blanche par le refroidissement, perd sa transparence et fait voir une cassure cristalline. Dans un feu rouge-blanc, le séléniate de plomb commence à bouillir, et il se sublime de l'acide sélénique. Après quelque temps, l'ébullition

cesse, et il reste un sous-séléniate de plomb fondu qui, après le refroidissement, est demi-transparent et friable; sa cassure fait voir une cristallisation fortement prononcée. Le séléniate de plomb encore humide, traité, à différentes reprises par de l'ammoniaque caustique, ne lui cède point son acide, et ne se laisse point convertir de cette manière en un sous-séléniate.

Le séléniate de plomb est difficile à décomposer entièrement par l'acide sulfurique; il faut même que l'acide soit à-la-fois un peu concentré et bouillant. 100 p. de séléniate de plomb m'ont donné 90.63 p. de sulfate de plomb, équivalentes à 66,67 p. d'oxide de plomb; de manière que 100 p. d'acide sélénique se combinent avec 200 p. d'oxide de plomb, dont l'oxigène est 14,342; ce qui s'accorde avec les résultats donnés plus haut.

2 grammes de nitrate de plomb séché en poudre fine, dissous dans de l'eau, et la dissolution ensuite versée dans une solution de séléniate d'ammoniaque qui se trouvait en excès, ont produit 2g.01 de séléniate de plomb, séché à une température au-dessus de + 100°. De l'acide sulfurique ajouté au liquide d'où le séléniate avait été précipité, en a séparé encore 0g.0075 de sulfate de plomb. Cette expérience donne aussi 200 p. d'oxide de plomb sur 100 p. d'acide. On voit, de plus, que le séléniate de plomb n'est point entièrement insoluble dans l'eau.

22) *Séléniate de cuivre oxidulé.* On obtient ce sel en forme d'une poudre blanche insoluble, lorsqu'on fait digérer l'hydrate de l'oxidule de cuivre avec de l'acide sélénique.

23) *Séléniate de cuivre oxidé.* Lorsqu'on mêle une

dissolution chaude de sulfate de cuivre avec une dissolution de biséléniate d'ammoniaque, il se produit un précipité jaunâtre, en forme de flocons très-volumineux. Ce précipité diminue tout de suite de volume, et sous les yeux du spectateur, il se forme, en peu de momens, un amas de petits cristaux soyeux, d'une couleur bleu-verdâtre très-brillante. Les cristaux sont du séléniate neutre. La conversion des flocons en cristaux paraît n'être qu'un changement d'aggrégation par la chaleur. Elle se fait de même, mais plus lentement, si on opère à froid. Le séléniate d'oxide de cuivre ne se dissout ni dans l'eau ni dans l'acide sélénique liquide. Chauffé, il donne d'abord son eau de combinaison et devient brun hépatique : à une température plus élevée, il se liquéfie et devient noir; il commence ensuite à bouillonner, donne son acide, et laisse enfin de l'oxide de cuivre solide.

Le sous-séléniate de cuivre oxidé est une poudre couleur de pistache et insoluble, qu'on obtient en précipitant le sulfate de cuivre oxidé par un séléniate d'ammoniaque avec excès de base. Il est soluble par un excès d'ammoniaque. Chauffé, il devient noir et donne son eau ; ensuite il se boursouffle et perd son acide.

24) *Séléniate d'étain oxidé.* Ce sel est une poudre blanche insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'acide muriatique concentré. L'eau le précipite de cette solution. Il se décompose au feu, donne de l'eau et ensuite son acide, et l'oxide d'étain reste. Je n'ai point examiné la combinaison de l'étain oxidulé avec l'acide sélénique ; il est à présumer qu'elle partage les propriétés des séléniates des oxidules de fer et de mercure, de réduire une partie de son acide par l'influence d'un acide plus fort,

ou même par celle de la chaleur, pour former un degré d'oxidation plus haut.

25) *Séléniate de mercure oxidulé.* L'acide sélénique précipite les sels solubles à base de mercure oxidulé. Le précipité est une poudre blanche, insoluble, même dans un excès d'acide. Chauffé, il se liquéfie et forme une masse d'une couleur brune très-foncée. La couleur diminue par le refroidissement, et la masse, solidifiée, est jaune de citron. Si on élève la température encore un peu, le sel commence à bouillir et distille en gouttes brunes qui, après le refroidissement, se trouvent consolidées en une masse jaune d'ambre, et le plus souvent transparente. La potasse caustique décompose ce sel, en extrait l'acide, et laisse l'oxidule en forme d'une poudre noire. L'acide muriatique le décompose aussi (même celui qui a été fondu) : il dissout de l'oxide de mercure avec un peu d'acide sélénique, et laisse du sélénium réduit, tout comme je viens de le dire à l'occasion de la description du séléniure de mercure.

26) *Séléniate de mercure oxidé.* Le sel neutre qui résulte de la saturation de l'acide sélénique par l'oxide de mercure rouge, ou que l'on obtient par une décomposition double, est une poudre blanche insoluble, ou au moins très-peu soluble.

Le *biséléniate* s'obtient lorsqu'on ajoute à l'acide sélénique assez d'oxide rouge pour commencer à former le séléniate neutre; on filtre le liquide, et on l'évapore pour le faire cristalliser. Il produit de très-gros cristaux prismatiques, striés longitudinalement, et qui contiennent beaucoup d'eau de combinaison. Il est très-peu soluble dans l'alcool. Les alcalis ne le décomposent que

difficilement ; même la potasse caustique n'en sépare point entièrement l'oxide de mercure. L'ammoniaque et les carbonates alcalins n'y produisent point de précipité. Le biséléniate d'oxide de mercure a entièrement le même goût que le muriate correspondant ; il est fusible dans son eau de cristallisation, qui s'évapore peu à peu. Le sel anhydre n'est plus fusible, et se sublime sans altération par la chaleur. Une solution de biséléniate de mercure, mêlée avec de l'acide sulfureux, donne tout de suite un précipité blanc ou grisâtre de séléniate de mercure oxidulé ; mais, quelques momens après, ce précipité prend la plus belle couleur rouge de cinabre, due à une portion de sélénium qui se réduit après, et qui se dépose si uniformément sur le séléniate, qu'on dirait qu'il se combine avec lui.

L'oxide de mercure rouge que l'on a fait digérer avec une solution d'acide sélénique, jusqu'à ce que le séléniate neutre ait commencé à se former, est toujours mêlé intimement de ce séléniate neutre, qui rend sa couleur plus pâle : cet oxide produit, au premier coup-d'œil, le phénomène assez singulier de donner à-la-fois du gaz oxigène et un sublimé de séléniate de mercure oxidulé. La raison en est que l'oxide non combiné se décompose par le feu, et le mercure réduit entre en combinaison avec le sel à base d'oxide, et produit le sel à base d'oxidule, qui, à cette température, est volatil et se sublime.

27) *Séléniate d'argent.* L'acide sélénique précipite une dissolution de nitrate d'argent ; le précipité blanc est le séléniate neutre. Il se dissout en petite quantité dans l'eau bouillante. L'acide nitrique bouillant le dissout entièrement ; mais il s'en précipite de nou-

veau en y ajoutant de l'eau froide. Si l'on mêle une solution nitrique et bouillante de ce sel avec de l'eau également bouillante, et si on laisse lentement refroidir le mélange, le séléniate d'argent forme de petits cristaux aciculaires : la lumière ne le noircit pas. Le séléniate se liquéfie presque à la même température que le muriate d'argent, et devient transparent comme lui. Refroidi, il forme une masse blanche, opaque, friable, dont les surfaces de la cassure sont cristallisées. Dans un feu rouge, exposé à un courant d'air, il dégage du gaz oxigène et de l'acide sélénique, en se couvrant d'une pellicule d'argent métallique.

2g.687 de séléniate d'argent, qui avait été fortement chauffé, sans cependant avoir été fondu, ont été dissous par de l'acide nitrique bouillant, et la dissolution a été versée dans une dissolution de muriate de soude. Le muriate d'argent qui en est résulté pesait 2g.235, équivalens à 1g.8082 d'oxide d'argent. 100 p. d'acide sélénique avaient donc été combinées avec 205.75 p. d'oxide d'argent, dont l'oxigène est 14.2; ce qui s'accorde assez bien avec les expériences dont nous avons fait mention plus haut.

10. *Combinaison du séléniure d'hydrogène avec les bases des hydroséléniures.*

Le séléniure d'hydrogène partage la propriété du sulfure et du tellure d'hydrogène, de tourner en rouge la couleur bleue de tournesol, de se combiner en acide avec les bases, dont les radicaux ont une affinité avec l'oxigène plus forte que celle de l'hydrogène, et enfin, de réduire les autres à l'état de séléniures métalliques. Les

hydroséléniures solubles ont le goût et aussi, à un certain degré, l'odeur du foie de soufre, et ne se laissent point distinguer, par ces caractères, des hydrosulfures. Mais ils ont une couleur rouge ou orange foncée, et se rapprochent, par ce caractère, des hydrotellures. Je dois cependant observer que la couleur de ces derniers est beaucoup plus belle, et tire un peu au pourpre comme la couleur du vin rouge, tandis que celle des hydroséléniures tire sur le jaune, et s'approche de la couleur de la bière forte. Les hydroséléniures produisent sur la peau des taches qui, d'après l'intensité de la solution, sont noires, brunes ou jaunes, et qui ne se laissent point enlever par l'eau.

Si la couleur appartient aux hydroséléniures aussi essentiellement qu'elle paraît appartenir aux hydrotellures, ou si, chez les premiers, elle est due à un excès de sélénium dissous par l'hydroséléniure, c'est ce que je ne puis point décider. Je fondis du sélénium avec du potassium en excès; la combinaison se fit avec une explosion par laquelle une grande partie de la masse fut perdue; mais ce qui resta donna une couleur rouge orangée, quoiqu'il se fît un dégagement d'hydrogène par sa dissolution. Cette observation paraît prouver que du moins les hydroséléniures alcalins sont colorés. Cependant je dois observer que je n'ai pas eu occasion de répéter cette expérience, qui venait en partie de mal réussir.

Une expérience faite avec la chaux paraît prouver le contraire de celle faite avec le potassium. Je fis passer, dans un appareil convenable, un courant de gaz hydrogène sélénié à travers une portion d'eau de chaux, avec

une entière exclusion de l'air atmosphérique. Le liquide se troubla d'abord, et déposa un peu d'une poudre rouge; le liquide, clair, resta incolore, quoiqu'on y fît passer du gaz hydrogène sélénié en grand excès. Le premier précipité n'était que du séléniure de chaux, dont l'hydrogène avait été oxidé par l'air contenu dans l'eau de chaux. Le liquide incolore, laissé dans une fiole que je croyais hermétiquement fermée, commença, après deux jours, à devenir rouge à la surface, sans que rien s'en fût précipité, et la coloration augmenta jusqu'à ce que tout le liquide eût une couleur rouge foncée, tirant un peu au jaune. Cet effet terminé, une pellicule de séléniure de chaux, brunâtre, commença à se former sur le liquide, et de petits cristaux de la même substance naquirent sur les parois du verre. Après trois semaines, le liquide était de nouveau devenu incolore. L'explication de ce phénomène est facile : l'hydroséléniure de chaux en contact avec l'air s'est décomposé; mais le séléniure qui en est provenu est resté combiné avec la partie non décomposée en forme d'un hydroséléniure sélénié. Cette combinaison étant enfin réduite à son point de saturation, la décomposition de l'hydroséléniure a fait précipiter du séléniure de chaux, en partie en forme de pellicule, et en partie en forme de cristaux. Le liquide incolore d'où ce dernier s'était déposé contenait encore de la chaux dissoute; ce qui prouve que le séléniure d'hydrogène peut neutraliser une plus grande quantité de base que le sélénium seul; circonstance qui a également lieu avec le soufre.

La meilleure manière de produire les hydroséléniures, c'est de dissoudre du séléniure de fer dans de l'acide mu-

riatique, et de faire passer le gaz dans un appareil de Woulf, où l'on a les bases dissoutes ou mêlées avec de l'eau. Le gaz hydrogène sélénié s'absorbe bien plus vite et plus complètement que le gaz hydrogène sulfuré, et l'on n'en perd pas autant que de ce dernier.

Les hydroséléniures se décomposent par le contact de l'air, et le sélénium se dépose pur de ceux qui ont un alcali pour base. Il se dépose pour la plupart à leur surface, en forme d'une pellicule qui, du côté supérieur, est lisse, métallique et d'une couleur gris de plomb. Le côté inférieur est d'un gris plus foncé et d'un tissu cristallin. Si la décomposition se fait lentement, en repos et dans un vaisseau qui soit plus haut que large, le sélénium se dépose en végétations cristallines sur la partie du verre qui est tournée vers la lumière.

Le danger qui m'a paru accompagner les travaux avec le gaz hydrogène sélénié m'a empêché de chercher à obtenir des hydroséléniures en état sec; la seule base avec laquelle j'ai fait une expérience est l'ammoniaque; mais encore cette expérience n'a point réussi au degré que j'avais souhaité d'atteindre. Dans une petite cloche de verre remplie de mercure, je fis passer du gaz ammoniaque sec, jusqu'à ce que la cloche en fût à moitié remplie. Alors j'y fis monter du gaz hydrogène sélénié, qui avait passé par un tube rempli de muriate de chaux anhydre; les deux gaz formèrent une fumée blanche qui se déposa bientôt tant sur le mercure que sur le verre, et donnèrent une masse d'un rouge pâle, dans laquelle même le microscope ne découvrit point de traces de texture cristalline. Je ne puis point décider si la couleur rouge dépend de la présence d'une trace

d'air mêlé avec le gaz ammoniaque; mais du moins cette circonstance est possible. Le sel fixe, dissous dans de l'eau, la colora fortement en rouge foncé.

La baryte, la strontiane, la chaux et la magnésie donnent toutes des hydroséléniures solubles. L'hydrate de magnésie, mêlé avec de l'eau dans laquelle on fait passer un courant de gaz hydrogène sélénié, se dissout aisément moyennant un excès de gaz : les dissolutions des autres terres, mêlées avec de l'hydroséléniure d'ammoniaque, donnent des précipités couleur de chair, excepté l'alumine, qui donne un précipité rouge foncé. Comme le liquide ne retient aucune trace de séléniure d'hydrogène, il est à présumer que ces précipités sont des hydroséléniures réels. Toutes les dissolutions métalliques sont précipitées par les hydroséléniures à base d'alcali. Les précipités qui se forment dans les sels de zinc, de manganèse, de cérium, et probablement aussi d'uranium, sont des hydroséléniures. Ils se décomposent bientôt par l'accès de l'air, et leur couleur rouge pâle devient en même temps beaucoup plus foncée. Les sels des autres métaux sont réduits en séléniures métalliques, et les précipités qu'ils produisent sont noirs ou d'un brun foncé, et prennent le brillant métallique lorsqu'on les comprime fortement par une hématite polie.

Avant de quitter ce sujet, qu'il me soit permis de faire une observation relative à la nomenclature de ces combinaisons. On a commencé, dans les nomenclatures française et anglaise, à appeler *hydrosulfates* les combinaisons du sulfure d'hydrogène avec les bases, tout comme on nomme le sulfure lui-même *acide hydrosulfurique*, pour indiquer le même rapport théorétique en-

tre le sulfure d'hydrogène et l'acide sulfurique, que, dans la nouvelle hypothèse sur la nature du gaz oxi-muriatique, on croit avoir établi entre l'acide hydrochlorique et l'acide chlorique, c'est-à-dire, entre l'acide muriatique et l'acide des oxi-muriates. Mais sans entrer dans aucune discussion sur cette dernière hypothèse, je crois pouvoir avancer que les nouveaux noms donnés au gaz hydrogène sulfuré et à ses combinaisons avec les bases sont contraires à l'esprit de la nomenclature, puisqu'en ôtant l'hydrogène de l'acide hydrosulfurique et des hydrosulfates, il ne reste point de l'acide sulfurique et des sulfates, mais bien du soufre et des sulfures. Je crois donc que le vieux nom exprime la nature de la substance qu'il doit indiquer beaucoup mieux que le nouveau, et que l'on a fait ce changement de nomenclature sans des raisons satisfaisantes. C'est par une telle raison que, dans ce Mémoire, je n'ai point adopté les nouveaux noms, tant pour les hydrosulfures, hydroséléniures et hydrotéllures, que pour plusieurs autres substances; et je crois qu'on ne peut trop se garder d'adopter et de propager des changemens qui ne sont point nécessaires dans une nomenclature une fois admise, puisqu'un long usage rendra toujours même une mauvaise nomenclature difficile à corriger. On me fera peut-être l'objection que les hydrogènes sulfuré, sélénié et telluré possèdent actuellement quelques-uns des principaux caractères des acides. J'en conviens; mais quelle confusion dans la nomenclature n'en serait point causée, si nous voulions appeler *acide* chaque substance qui, dans une combinaison, peut jouer le rôle de corps électronégatif! Est-ce que nous nommons *alcali* chaque sub-

stance qui peut jouer le rôle de corps électro-positif, c'est-à-dire, de base ?

11. *Observations générales par rapport aux propriétés du sélénium.*

L'existence d'un corps dont les propriétés font, pour ainsi dire, la transition des corps combustibles non métalliques aux métaux, est sûrement un phénomène bien intéressant. En même temps que ce corps possède quelques-unes des propriétés caractéristiques des métaux, par exemple, le brillant métallique, il est privé d'autres également essentielles, par exemple, du pouvoir de conduire l'électricité et le calorique. En effet, comme il n'y a aucune démarcation positive entre les propriétés chimiques de ces deux classes de corps, il est à présumer qu'il ne doit point en exister non plus entre leurs propriétés extérieures.

Nous avons vu que le sélénium est plus analogue au soufre qu'à aucun autre corps, et après le soufre, au tellure, de manière que ses propriétés le rangent entre ces deux corps-là. Or, c'est à ces propriétés à déterminer dans quelle classe de substances on doit le classer, ou parmi les métaux, ou parmi le soufre, le phosphore, le bore, c'est-à-dire, la classe des substances simples, que j'ai hasardé de nommer des *métalloïdes*. Il est en soi-même indifférent dans laquelle des deux classes on le place, puisque les limites entre elles ne sont plus déterminables, et que le sélénium partage à un tel degré les caractères de toutes les deux, qu'on peut avec une raison égale le placer dans l'une ou dans l'autre. On a considéré comme propriétés caractéristiques

pour les métaux le brillant métallique et le poids spécifique. Le dernier a déjà cessé d'être un caractère distinctif, puisque nous avons des métaux plus légers que l'eau. Il ne reste que le brillant, et je crois que si le soufre et le phosphore avaient le brillant métallique, on n'hésiterait point de les ranger auprès des métaux. Comme le sélénium possède cette propriété dans un très-haut degré, et qu'en tout cas, il doit être placé dans l'une de ces classes, je crois qu'on peut le ranger par préférence parmi les métaux électro-négatifs, c'est-à-dire, parmi ceux qui produisent des acides : il commencerait la série en faisant une transition du soufre et du phosphore à l'arsenic.

Dans ces derniers temps, on a augmenté le nombre des corps combustibles simples de trois, dont deux avec une égale, pour ne pas dire plus grande raison, peuvent être considérés comme des oxides qui jusqu'ici ont résisté à nos essais pour les réduire, et dont le troisième a une existence problématique : ces corps sont le chlore, l'iode et le fluore (fluorine, phtore). Pour rendre la simplicité de ces corps plus probable, on s'est prévalu de leur prétendue analogie avec le soufre et avec le phosphore. Il est évident qu'à mesure que plusieurs corps analogues sont découverts et comparés avec ces derniers, cette analogie doit gagner ou perdre en probabilité. C'est par une telle raison que nous allons comparer le sélénium avec le soufre, le chlore, l'iode et quelques autres corps.

Le soufre et le sélénium, d'un côté, se combinent avec les métaux, et ces combinaisons, qui pour la plupart conservent encore quelques-unes des propriétés extérieures des métaux, conservent aussi la combusti-

bilité de leurs radicaux. Le sulfure et le séléniure de potassium et de sodium se laissent dissoudre dans l'eau. Ils la décomposent en même temps, et il en résulte des hydrosulfures et des hydroséléniures.

Le chlore et l'iode, de l'autre côté, se combinent aussi avec les métaux; mais leurs combinaisons ont les mêmes caractères généraux que les sulfates, les phosphates, les arséniates anhydres. Les radicaux, du moins les plus combustibles, ont perdu leur combustibilité; le chlorure et l'iodure de potassium et de sodium ne s'oxident point, ne décomposent point l'eau, et ne donnent point des hydrochlorates et des hydriodates (si toutefois on ne veut point prétendre que, par exemple, les chlorures de potassium et de sodium décomposent l'eau en produisant du froid, tandis que les chlorures de calcium et de barium la décomposent en produisant de la chaleur). Au contraire, les chlorures de cuivre, d'étain, d'or (et de plusieurs autres métaux qui d'ailleurs ne peuvent point décomposer l'eau, ni seuls, ni sulfurés, ni mêlés avec des acides forts), décomposent l'eau, et produisent des hydrochlorates. Il n'y a donc aucune analogie entre le soufre et le sélénium, d'un côté, et le chlore et l'iode de l'autre, puisqu'ils produisent des phénomènes entièrement opposés.

Le soufre, le sélénium et le tellurium se combinent avec l'hydrogène, et produisent des acides particuliers, gazéiformes et très-faibles. On avait déjà, il y a longtemps, observé que le soufre et le tellurium, malgré la différence dans leurs propriétés tant chimiques que physiques, donnent avec l'hydrogène des combinaisons d'une analogie de caractères très-étonnante. Nous trou-

vons à présent encore un troisième corps avec lequel l'hydrogène donne une combinaison qui a la même odeur, le même goût et les mêmes propriétés que les deux précédens. Cette classe de corps acides donne, avec tous les oxides, dont les radicaux ont une plus forte affinité pour l'oxigène que l'hydrogène, des sels particuliers qui conservent encore le goût et, en partie même, l'odeur des acides, malgré qu'ils neutralisent les bases moins bien que d'autres acides. Les oxides dont les radicaux ont une affinité pour l'oxigène plus faible que celle de l'hydrogène, sont décomposés par ces acides ; il en résulte de l'eau et une combinaison des radicaux. Les circonstances donnent lieu à présumer que le goût et l'odeur hépatiques, loin d'être un caractère particulier du soufre, sont une propriété commune de cette classe de corps acides, ainsi que de leurs combinaisons avec les bases ; et qu'un goût et une odeur hépatiques sont un caractère aussi essentiel des acides hydrogénés (si on me permet de m'exprimer ainsi), et de leurs sels à base d'alcali, que le goût et l'odeur acides le sont pour les acides oxidés, forts, et le goût salé pour leurs combinaisons neutres avec les alcalis. Je considère par conséquent comme très-probable qu'un sel à base d'alcali qui n'a point le goût hépatique ne contient point un acide hydrogéné, et qu'au contraire, s'il a le goût salé, il est produit par un acide oxidé. En étendant encore plus loin ces considérations, on trouve que les acides oxidés, aux noms desquels nous donnons la terminaison en *eux*, donnent à leurs sels à base d'alcali un goût particulier par lequel on reconnaît l'acide ; par exemple, les sulfites, les phosphites. De plus, une autre

classe d'acides oxidés très-faibles et peu distinctement acides, tels que les acides tungstique, stibiique, l'oxide de tellure, etc., donnent à leurs combinaisons avec les alcalis un goût métallique, de manière que chaque classe paraît avoir des propriétés générales communes, par lesquelles la classe peut en quelque manière être reconnue.

Le chlore et l'iode se combinent aussi avec l'hydrogène; mais ces combinaisons sont des acides très-forts, et ont le goût et l'odeur distinctement et purement acides. Ces acides ont la propriété particulière de réduire, moyennant leur hydrogène, la potasse et la soude, et de donner des chlorures et des iodures, dont le goût salé pur est entièrement analogue à celui des combinaisons des acides oxidés forts avec les alcalis. D'un autre côté, l'hydrogène de ces acides ne réduit point les oxides de cuivre, de bismuth, d'or, etc., avec lesquels les acides hydrochlorique et hydriodique se combinent sans décomposition. L'on trouve donc que l'analogie même de ces acides hydrogénés avec ceux dont nous venons de parler plus haut est entièrement nulle. J'ai cru devoir ne pas omettre ces comparaisons, parce qu'elles font une addition aux circonstances, qui tôt ou tard nous donneront des éclaircissemens plus satisfaisans sur la nature des acides muriatique, iodique et fluorique.

Nous avons vu la grande analogie entre le soufre et le sélénium, et cette analogie est continuée même dans leurs combinaisons avec l'oxigène, en ce que tous les deux donnent des acides peu volatils. Cependant ces acides cessent d'avoir autant d'analogie entre eux que leurs radicaux. L'acide sulfurique appartient à la classe nom-

breuse des acides qui contiennent trois atomes d'oxigène, et partage, par cette circonstance, les manières de combinaison de ces acides. L'acide sélénique, au contraire, appartient à la classe peu nombreuse des acides qui, sans avoir leur nom terminé en *eux*, ne contiennent que deux atomes d'oxigène, et, sous ce rapport, il a une grande analogie avec l'acide borique et l'acide carbonique. Tout comme ces deux acides, il ne donne point de sels neutres avec les alcalis. Dans les sels où l'acide contient deux fois autant d'oxigène que la base, l'alcali réagit, et dans ceux où l'acide en contient quatre fois autant que la base, c'est l'acide qui fait la réaction. Nous retrouvons le même phénomène dans les borates et les carbonates. Cependant le bore et le carbone n'ont aucune analogie avec le sélénium. Il est vrai que le bore peut être combiné avec les alcalis; mais je ne sais pas si l'on a encore produit un borure d'hydrogène ou des borures analogues aux sulfures et séléniures métalliques. Tout le monde sait que le carbone ne se combine point avec les alcalis, et qu'en très-petites quantités avec les métaux; et enfin, que le carbure d'hydrogène n'a point l'odeur et le goût hépatiques, et ne jouit point de propriétés acides.

Le sélénium n'a aucune analogie, quant aux caractères chimiques, avec l'arsenic et le phosphore; il obéit aux lois générales des combinaisons des corps oxidés, desquels les deux premiers s'écartent d'une manière si remarquable. Leurs combinaisons avec l'hydrogène, quoique possédant plusieurs propriétés des gaz qui contiennent beaucoup d'hydrogène, ne sont point hépatiques et ne possèdent point des propriétés acides. On

peut dire que l'arsenic est au phosphore ce que le sélénium est au soufre ; mais, au reste, il y a très-peu d'analogie entre ces deux paires de corps.

12. *Recherches sur la forme sous laquelle on trouve le sélénium dans le règne minéral.*

Par les soins de mon ami M. Gahn, j'avais reçu, durant le cours de ces expériences, une portion tant de la pyrite de Fahlun, employée à la fabrication du soufre, que du soufre impur lui-même.

La pyrite était en partie pure, et en partie mêlée de blende, de galène, de chlorite et de plusieurs autres substances étrangères. Par le grillage, tant dans la flamme du chalumeau que dans un four, il était impossible de s'apercevoir d'aucune odeur de radis.

J'ai fait dissoudre 10 grammes de cette pyrite dans de l'acide nitro-muriatique ; la dissolution a été précipitée par du gaz hydrogène sulfuré, et ce précipité a été dissous de nouveau dans l'acide nitro-muriatique. Le liquide a été ensuite saturé de potasse, filtré et évaporé à sec. Le sel obtenu a été mêlé avec du muriate d'ammoniaque et exposé à une température élevée. Après avoir dissous la masse saline, il est resté du sélénium ; mais en quantité si petite qu'il n'a pu être pesé.

Le soufre impur donna, par un traitement analogue, environ 0,0015 de son poids de sélénium. Cette quantité, petite comme elle est, donnerait cependant un produit annuel de sélénium assez considérable, si les autres impuretés, et surtout l'arsenic, n'empêchaient point de l'employer. Le soufre, purifié, m'a donné des traces de sélénium à peine perceptibles.

L'expérience avec la pyrite de Fahlun paraît indiquer que le sélénium se trouve répandu dans toute la substance de la pierre, quoique dans une quantité infiniment petite. Cependant comme il arrive quelquefois, à Fahlun, que le grillage de la mine de cuivre exhale une forte odeur de radis, on peut présumer qu'un minéral sélénifère se trouve, par-ci par-là, en quantités plus notables, et il faut espérer que l'on sera peut-être un jour en état de le reconnaître et de le recueillir.

M. Gahn m'avait communiqué, il y a quelques années, un très-petit morceau d'un minéral qu'il venait de recevoir, sous le nom de *mine de tellure suédoise.* Je fis quelques expériences infructueuses pour en extraire du tellure; et au moment où je croyais pouvoir déclarer que ce minéral n'en contenait pas, M. Gahn me fit sentir la forte odeur de radis qu'exhala ce minéral lorsqu'on le chauffa devant le chalumeau. La petite quantité que nous en possédions se trouvant consommée par les expériences pour trouver le tellure, je me vis obligé d'en différer l'examen jusqu'à ce que je pusse m'en procurer davantage.

Pendant mes expériences pour étudier les propriétés du sélénium, je me rappelai cette prétendue mine de tellure, et m'étant adressé à la même personne qui avait envoyé l'échantillon à M. Gahn, je fus assez heureux pour en obtenir une quantité suffisaute pour l'analyse.

Autant que j'aie pu juger des échantillons de ce minéral que j'ai eu occasion de voir après, il a les caractères suivans :

La couleur est d'un gris de plomb et d'un brillant métallique; la cassure grenue, sous-cristalline, sans que l'on

puisse y découvrir d'autres signes d'une cristallisation. Il est mou, se laisse couper par le couteau; la coupure a le brillant de l'argent; le marteau lui donne des impressions.

A la flamme du chalumeau, il se fond et exhale une odeur très-forte de radis, en laissant un petit bouton métallique gris qui continue long-temps à exhaler l'odeur de radis. Si on le fait fondre avec du borax, celui-ci se colore en vert de cuivre, et il s'en sépare un bouton métallique cassant qui est du séléniure d'argent. Une dissolution de ce minéral dans de l'acide nitrique bouillant, mêlée avec de l'eau froide, donne un précipité blanc qui est du séléniate d'argent, et qui probablement a donné occasion de considérer le minéral comme une mine de tellure.

Le minéral est entre-mêlé de chaux carbonatée et de parties noires, qui, rayées par le couteau, prennent un brillant métallique, se fondent difficilement par le chalumeau en exhalant l'odeur de sélénium, se dissolvent par la fusion dans le borax, qui devient coloré par du cuivre, et ne donnent aucune trace d'argent réduit. Les parties noires paraissent être une serpentine imbibée de séléniure de cuivre.

J'ai choisi pour l'analyse des morceaux aussi purs que possible, et je les ai divisés en très-petits grains pour m'assurer qu'ils ne renfermaient point des parties visibles de ces substances hétérogènes.

a) 100 parties de ce minerai ont été dissoutes dans de l'acide nitrique bouillant. La dissolution a été étendue d'eau bouillante, et ensuite filtrée; le liquide qui passait tombait dans une dissolution de muriate de soude,

et la matière qui restait sur le filtre fut lavée avec de l'acide nitrique étendu et bouillant, aussi long-temps que le liquide du lavage continua à troubler la dissolution du muriate.

Dans cette dernière, s'était précipité du muriate d'argent, qui, après être bien lavé, séché et fondu, pesait 50.7 p., équivalentes à 38.93 p. d'argent métallique. Sur le filtre, resta un mélange de silice et de matière pierreuse, étrangère à la composition du minerai dissous, qui, après être séché au feu, pesait 4 p.

b) Le liquide, d'où l'argent avait été séparé, fut précipité par du gaz hydrogène sulfuré. Le précipité fut redissous par de l'acide nitro-muriatique, et la liqueur acide rapprochée jusqu'à ce que tout l'acide nitrique fût décomposé. On l'étendit d'eau, et on y ajouta du sulfite d'ammoniaque. Le liquide se troubla peu à peu, et devint rouge de cinabre. Après quelques heures, en le fit bouillir, en y ajoutant de temps en temps de petites portions de sulfite d'ammoniaque. On laissa continuer l'ébullition pendant deux heures, pour être bien sûr d'avoir parfaitement précipité le sélénium. Pris sur un filtre, séché et presque fondu sur le filtre, il pesait 26 p.

c) Le liquide, séparé du sélénium et privé, par l'ébullition, de l'acide sulfureux restant, a été précipité par du sous-carbonate de potasse. Le précipité vert, lavé, séché et chauffé à rouge, était de l'oxide noir de cuivre, et pesait 27 p., équivalentes à 21.55 p. de cuivre métallique. Cet oxide, dissous dans de l'acide muriatique et mêlé d'ammoniaque en excès, s'y dissolvit complètement avec la couleur bleue du cuivre. Le liquide alcalin, d'où le carbonate de cuivre venait d'être sépar é

avait encore une teinte verdâtre ; on le rapprocha, on le rendit un peu acide avec de l'acide muriatique, et moyennant du fer métallique, on en sépara encore 1.5 de cuivre ; ce qui fait en totalité 23.05 p. de cuivre.

Le liquide précipité en *b*) par du gaz hydrogène sulfuré, privé, par l'ébullition, du gaz ajouté en excès, fut mêlé avec de l'ammoniaque caustique qui y produisit un précipité jaunâtre, lequel, séché au feu, pesait 1.8 p. Il était un mélange d'oxide de fer avec un peu d'alumine. Le liquide, d'où il avait été séparé, fut mêlé avec du sous-carbonate de potasse en excès et évaporé à sec. La masse saline, reprise par l'eau, laissa une terre blanche qui, séchée à un feu rouge, pesait 3.4 p. L'acide sulfurique, mêlé à cette terre, occasionna une effervescence avec production de gaz. Le liquide, séparé du dernier et évaporé, se prit en gelée et déposa de la silice. Il paraissait aussi contenir de la magnésie ; mais je la négligeai, puisque ces terres étaient évidemment étrangères au fossile métallique.

Le résultat de l'analyse a donc été :

Argent	38.93 ;
Cuivre	23.05 ;
Sélénium.	26.00 ;
Substances terreuses étrangères.	8.90 ;
Perte.	3.12.
	100.00.

Cette grande perte doit être attribuée en partie à de l'acide carbonique uni à de la chaux, en grande partie au sélénium, qu'il est difficile de séparer complètement,

et en partie à la perte inévitable dans cette sorte d'expériences.

Les 38.93 p. d'argent se combinent avec 2.86 p. d'oxigène. Les 23.05 p. de cuivre en prennent, pour former l'oxide au *minimum*, 2.91 p.; et les 26 p. de sélénium en demandent, pour être acidifiées, 10.5 p. On voit donc que les deux métaux absorbent une égale quantité d'oxigène, et que le sélénium en absorbe deux fois autant, c'est-à-dire, qu'ils sont combinés dans la même proportion que dans les séléniates d'argent et de cuivre oxidulé, neutres. La composition chimique de ce minéral se laisse donc exprimer de la manière suivante : $2\,Cu\,Se + Ag\,Se^2$. Je dois, à cette occasion, rappeler à la mémoire du lecteur un autre minéral nouvellement décrit par MM. Hausmann et Stromeyer (1), auquel ils ont donné le nom de *silber-kupfer-glans*, et dont la composition, d'après leur analyse, est précisément $2\,Cu\,S + Ag\,S^2$, de manière qu'il y a dans la nature un sulfure double analogue au séléniure double dont nous venons de faire la description. Ces deux minéraux doivent donc trouver leur place dans le système minéralogique, l'un auprès de l'autre.

Comme ce minéral a besoin d'un nom qui ne soit point dérivé de ses parties constituantes, à moins toutefois qu'il ne fût très-court, je l'ai appelé *eukairite* (de εὐκαιρὸς, *opportunus*), parce que je considère cette découverte accidentelle du gisement du sélénium dans le règne minéral, précisément au moment où je venais de finir mes expériences sur ce corps intéressant, comme une circonstance très-heureuse.

---

(1) *Gilbert's Annalen der Physik.* 1816. vol. X, p. 111.

Je ne pus point d'abord découvrir d'où cette prétendue mine de tellurium venait ; mais ayant consulté là-dessus M. Hisinger, à qui la minérographie de Suède a tant d'obligations, il reconnut tout de suite que ce minéral vient d'une ancienne mine de cuivre abandonnée à Skrickerum, dans la paroisse de Tryserum en Smoland, et que l'on en trouvait rarement des échantillons dans de vieilles collections, sous le nom de *bismuth* natif de Skrickerum. J'examinai ensuite les échantillons de cette mine, qui se trouvent dans la collection du Collége des Mines à Stockholm, et j'y trouvai, à ma satisfaction, un très-bel échantillon de l'eukairite. Il est environné d'une serpentine noire ou d'un vert obscur, qui, à son contact avec l'eukairite, est pénétrée de séléniure de cuivre, dans lequel on ne remarque que des traces d'argent. On trouve cette serpentine sélénifère par-ci par-là dans la masse de l'eukairite, comme je viens de le dire plus haut. La quantité de séléniure de cuivre, dans la serpentine, diminue à mesure qu'on s'éloigne de l'eukairite. Dans sa proximité, elle devient métallique lorsqu'on la frotte avec un corps dur, ensuite elle ne le devient plus ; mais elle donne l'odeur de sélénium, et enfin, à la distance d'une ligne et demie, toute trace de sélénium disparaît. Cette serpentine, traitée par de l'acide muriatique concentré, se décompose ; mais le liquide ne contient point ni sélénium ni cuivre : ces deux corps restent non dissous avec la silice ; preuve qu'aucun d'eux n'était dans le minéral à l'état oxidé. D'un autre côté, tant l'acide nitrique que l'acide nitro-muriatique dissolvent les deux métaux avant qu'ils aient commencé à attaquer la serpentine. Dans la mine de Skricke-

rum, on trouva avec l'eukairite les minéraux suivans : le cuivre sulfuré jaune, tantôt irisé, tantôt ordinaire et tantôt d'une cassure compacte et terne; de la chaux carbonatée, de la serpentine noire, d'un vert obscur et d'un vert pâle, et enfin, de l'anthracite mêlée de chaux carbonatée en forme de couches extrêmement minces, qui, à la distance de $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{3}$ de ligne, interceptent l'anthracite.

La découverte de sélénium à Skrickerum fit qu'on examina plus attentivement ce qui pouvait se trouver de cette mine dans les collections. M. Svedenstierna trouva alors de beaux échantillons d'une chaux carbonatée qui avait de grosses taches noires, dont il me remit un morceau pour être examiné. Je reconnus que ces taches s'étaient formées autour des fentes naturelles dans la chaux, et lorsqu'on divisa le minéral par ces fentes, les nouvelles surfaces se trouvèrent recouvertes d'une végétation métallique blanche. Une petite lame de la masse noire qui environne les fentes, vue par un microscope composé, présenta une végétation métallique qui, en tout sens, pénètre la substance de la chaux.

Je séparai la substance métallique de la chaux, en faisant dissoudre cette dernière dans de l'acide muriatique. Il resta une masse noire assez copieuse qui fut dissoute par de l'acide nitrique. La dissolution, mêlée avec du nitrate de baryte, ne donna aucun précipité. Le muriate de soude n'en précipita rien non plus; mais, après quelques momens, le liquide commença à prendre une teinte laiteuse, et donna, quelques heures après, des traces d'un précipité. Le liquide, qui était bleu, mêlé

avec de l'ammoniaque caustique en excès, ne laissa rien précipiter ; mais avec du sous-carbonate de potasse il se forma du sous-carbonate de cuivre, et je séparai ensuite du liquide restant, rendu acide par de l'acide muriatique, du sélénium, moyennant le sulfite d'ammoniaque. Le fossile métallique qui produit les taches noires de la chaux carbonatée est donc du séléniure de cuivre sans argent. De même, la végétation métallique qui se trouve dans ses fentes ne contient que des traces d'argent, comme je m'en suis assuré en en détachant une petite quantité qui a été dissoute par de l'acide nitrique, et ensuite mêlée avec de l'acide muriatique, sans qu'il en soit résulté autre chose qu'une faible opalisation.

Il est assez digne d'être remarqué que ce n'est que le séléniure de cuivre qui se trouve infiltré dans les parties poreuses tant de la chaux carbonatée que de la serpentine ; d'où il paraît s'ensuivre que le séléniure de cuivre a été plus liquide que l'eukairite, à l'époque où ces masses pierreuses ont pris leur forme actuelle.

Le séléniure de cuivre a une couleur plus pâle que l'eukairite, et il a presque l'apparence de l'argent natif. Il est mou, se laisse aplatir et polir ; il prend alors la couleur de l'étain. Même, les taches noires de la chaux carbonatée prennent un poli métallique lorsqu'on les lime ou les gratte avec un corps dur. Chauffé dans un appareil convenable, il ne donne point de sélénium ; il est par conséquent le séléniure au *minimum*.

Nous avons donc deux espèces minérales qui contiennent du sélénium, lesquelles, dans le système chimique de la minéralogie, appartiennent toutes les deux à la

famille du cuivre, c'est-à-dire, le *séléniure de cuivre* = Cu Se, auquel je considère comme superflu de donner un autre nom que la dénomination chimique, et l'*eukairite* = 2 Cu Se + Ag Se^2 (1).

MÉMOIRE

Sur un nouvel Acide produit pendant la calcination de l'acide mucique.

PAR M. HOUTOU-LABILLARDIÈRE.

EN traitant le sucre de lait par l'acide nitrique, Schéele découvrit un acide particulier auquel il donna le nom d'*acide sac-lactique*, parce qu'il le crut propre au sucre de lait. Ce même acide fut rencontré, quelque temps après, dans le traitement des gommes par l'acide nitrique, et reçut le nom d'*acide muqueux*; enfin, on lui donna celui d'*acide mucique* pour le conformer aux autres acides.

Schéele (2), en examinant les propriétés de cet acide, le soumit à l'action de la chaleur dans une cornue, et observa que pendant sa décomposition il se sublimait à la voûte de la cornue un sel brun qui avait une odeur semblable à celle d'un mélange de benjoin et de succin, qui se dissolvait dans l'eau et l'alcool, et brûlait avec

---

(1) Nous devons à la bienveillance de M. Berzelius la traduction de ce Mémoire, qui a été écrit originairement en suédois. R.

(2) *Mémoires* de Schéele, tome II, page 76.

flamme sur les charbons, et que le liquide, qui passait en même temps à la distillation, contenait de cette même matière en dissolution.

Trommsdorff (1) reprit les expériences de Schéele sur ce sujet, dans le but d'examiner avec soin la nature de cette substance cristalline, et reconnut que pendant la calcination de l'acide mucique il se formait de l'acide succinique, pyro-tartarique, acétique, une huile empyreumatique, de l'eau, et des gaz acide carbonique et hydrogène carboné.

Ayant lu le résultat des expériences sur lesquelles Trommsdorff s'appuie pour démontrer l'identité de cette matière cristalline avec l'acide succinique, je remarquai que, dans la comparaison qu'il établit entre les propriétés de ces deux corps, il attribuait à l'acide succinique des propriétés bien différentes de celles qu'il possède réellement, telles que la solubilité du succinate de cuivre et de plomb, et que les expériences sur lesquelles il se fonde pour démontrer la présence de l'acide pyro-tartarique ne sont pas plus concluantes. Ces faits m'engagèrent à répéter les expériences de ces deux chimistes, et je reconnus que pendant la calcination de l'acide mucique il ne se formait point d'acide succinique et pyro-tartarique, d'après les expériences de Trommsdorff, mais bien un acide particulier auquel je donne le nom d'*acide pyro-mucique*, par l'analogie de sa formation avec l'acide pyro-tartarique.

L'acide mucique, calciné dans une cornue, donne pour produits un liquide brun très-acide, accompagné

---

(1) *Annales de Chimie*, tome LXXI, page 79.

de quelques cristaux, dont une petite partie reste attachée à la voûte de la cornue; en outre, des gaz acide carbonique et hydrogène carboné, et pour résidu un charbon léger. L'acide qui se forme, dans ce cas, se trouve presque complètement dissous dans le liquide, et mélangé d'un peu d'acide acétique et d'huile empyreumatique qui l'empêchent de cristalliser : pour le séparer de ces deux matières, on réunit les cristaux qui se trouvent attachés à la voûte de la cornue avec le liquide, auquel on ajoute trois à quatre fois son volume d'eau, qui précipite une partie de l'huile empyreumatique; et après avoir filtré la liqueur, on la fait évaporer de manière à cristalliser; la majeure partie de l'acide acétique se sépare par l'évaporation, et le nouvel acide cristallise alors très-facilement. Les cristaux étant séparés, on évapore de nouveau l'eau-mère pour retirer le reste de l'acide : dans cet état, il est en petits cristaux jaunâtres, qui se purifieraient difficilement par de nouvelles cristallisations si on ne leur faisait subir préalablement une opération qui consiste à les distiller dans une petite cornue munie d'un récipient, à la température de 130° c. environ; ils commencent à fondre, puis se distillent à la manière du chlorure d'antimoine, et ne laissent dans la cornue qu'un léger résidu noir. L'acide distillé conserve une très-légère teinte jaune; mais il suffit de le faire cristalliser pour l'obtenir parfaitement pur. C'est ainsi que celui que j'ai l'honneur de présenter à la Classe a été préparé. 150 gram. d'acide mucique donnent environ 60 gram. de liquide, d'où on retire 8 à 10 gram. d'acide pur.

Cet acide, que je désignerai désormais sous le nom

d'*acide pyro-mucique*, est blanc, inodore, d'une saveur acide assez forte, fond à la température de 130° c., se volatilise au-dessus de cette température, et se condense en un liquide qui se solidifie par le refroidissement en une masse cristalline, à la surface de laquelle il se forme des aiguilles très-déliées, et ne laisse que des traces de résidu. Mis sur les charbons, il se fond et se volatilise en répendant des vapeurs blanches et piquantes; exposé à l'air, il n'en attire pas l'humidité, rougit fortement le tournesol, est beaucoup plus soluble dans l'eau bouillante que froide; et lorsqu'elle en est saturée à chaud, il se dépose, par le refroidissement, en petites lames allongées qui se croisent en tous sens. A la température de 15° c., elle en dissout $\frac{1}{26}$ de son poids. L'alcool le dissout plus abondamment que l'eau.

Cet acide, soumis à l'analyse par le moyen de l'oxide de cuivre, donne, pour rapport de ses élémens :

	En poids.	en volume.
Charbon,	52,118	371;
Oxigène,	45,806	120;
Hydrogène,	2,111	084.

En rendant les nombres en volume par des expressions plus simples, on trouve environ :

Carbone,	9;
Oxigène,	3;
Hydrogène,	2.

Cet acide se combine et se neutralise très-bien avec les différens oxides métalliques, et forme avec la plupart des sels solubles susceptibles de cristalliser.

Le pyro-mucate de potasse est très-soluble dans l'eau et l'alcool, cristallise très-difficilement; évaporé à pellicule, il se prend en masse grenue qui attire l'humidité de l'air.

Celui de soude cristallise aussi difficilement, attire peu l'humidité, est moins soluble dans l'alcool que celui de potasse.

Ceux de baryte, de strontiane et de chaux jouissent ensemble à-peu-près des mêmes propriétés; ils sont solubles dans l'eau un peu plus à chaud qu'à froid, cristallisent aisément en petits cristaux inaltérables à l'air, et insolubles dans l'alcool. Celui de baryte est formé, sur 100 p., de:

Acide,	57,7;
Baryte,	42,2.

D'où il résulte que, d'après l'analyse de l'acide, le rapport de l'oxigène de la baryte à celui de l'acide est :: 4,43 : 26,34, ou :: 1 : 6, et à l'acide même :: 1 : 13.

L'acide pyro-mucique, neutralisé par l'ammoniaque, perd une partie de sa base par l'évaporation, et forme un sel acide cristallisant facilement.

Cet acide, dissous, chauffé avec un excès d'oxide de cuivre, se neutralise, et forme un sel qui, par l'évaporation, se dépose en petits cristaux d'un bleu verdâtre, moins solubles que ceux de baryte et de strontiane.

Le zinc se dissout à chaud dans l'acide pyro-mucique avec dégagement d'hydrogène; d'où il résulte un sel qui se prend en masse par l'évaporation.

Le fer agit de même, et forme un sel de protoxide

soluble, qui précipite en blanc légèrement verdâtre par les alcalis.

Le peroxide de fer fait avec cet acide un sel insoluble, d'un jaune imitant celui du sous-sulfate de mercure : on l'obtient par voie de précipitation.

Une des combinaisons les plus remarquables de cet acide avec les oxides est celle qu'il forme avec l'oxide de plomb, en le chauffant avec le carbonate de plomb humide; il le dissout et se neutralise parfaitement; la liqueur, séparée de l'excès de carbonate, tient le pyromucate de plomb en dissolution : en l'évaporant, il se rassemble à sa surface des globules liquides brunâtres, d'un aspect huileux et transparent, qui, étant séparés du liquide, prennent, par le refroidissement, la mollesse et la ténacité de la poix, et terminent par devenir solides, opaques et blanchâtres. En continuant l'évaporation, il se forme de nouveaux globules, et tout le liquide se convertit en cette espèce de sel d'où on peut retirer l'acide et l'oxide de plomb tels qu'on les a employés.

Le succinate de plomb jouit de propriétés semblables, à part la solubilité.

L'oxide d'argent se dissout aussi dans l'acide pyromucique; par l'évaporation, la liqueur se colore en brun, et le sel cristallise en petites paillettes blanchâtres.

Les pyro-mucates alcalins forment peu de précipités avec les dissolutions métalliques neutres, à moins qu'elles ne soient très-concentrées; et lorsqu'il s'en forme, ils se dissolvent dans un léger excès d'acide, ou même dans l'eau.

Les dissolutions de :

Cuivre,	de zinc,	de manganèse,
Fer au *minimum*,	cobalt,	alumine,
Acétate de plomb neutre,	argent et	magnésie,

n'éprouvent rien de la part de ces sels ; mais ils précipitent celles de :

Fer au *maximum* en jaune ;
Ito nitrate de mercure ;
Sous-acétate de plomb ;
Nitrate d'étain en blanc.

L'acide seul ne précipite que le sous-acétate de plomb.

Les propriétés énoncées de cet acide paraissent suffisantes pour ne pas le confondre avec les acides benzoïque et succinique, comme Schéele a pu le penser, et avec l'acide succinique seul, d'après les expériences de Trommsdorff. Quant à l'acide pyro-tartarique annoncé par ce dernier comme un des produits de la calcination de l'acide mucique, les réactifs n'ont pu l'y démontrer, tandis qu'une quantité très-petite de pyro-tartrate soluble, mêlée avec beaucoup de pyro-mucate, est démontrée par le précipité qui se forme avec le sulfate de cuivre.

Extrait *d'un Mémoire sur les Rotations que certaines substances impriment aux axes de polarisation des rayons lumineux.*

Par M. Biot.

(Lu à l'Académie des Sciences le 22 septembre 1818.)

Dans l'état actuel de la chimie et de la physique, aucunes recherches ne semblent devoir être plus utiles et plus fécondes que celles qui concernent les propriétés individuelles des molécules dont les corps sont composés. En effet, ce sont ces propriétés qui décident et déterminent un grand nombre de phénomènes extrêmement remarquables, tels que l'état d'aggrégation et son énergie, le mode de cristallisation, les attractions capillaires, les affinités chimiques elles-mêmes, et tous leurs résultats si variés. Mais la recherche de ces propriétés est sujette à une grande difficulté, provenant de la complication des effets dans lesquels elles se montrent; car ceux-ci n'étant presque jamais produits par une seule molécule, mais par les forces combinées de plusieurs, il faut savoir y distinguer ce qui tient au nombre, de ce qui est dû à l'énergie individuelle; et cette distinction est d'autant plus délicate, que, dans beaucoup de circonstances, le nombre peut, jusqu'à un certain point, suppléer à l'énergie. Le Mémoire que je présente aujourd'hui à l'Académie a pour objet de faire remarquer, dans les particules de certaines substances, une propriété tout-à-

fait exempte de cette complication ; une propriété absolument individuelle à ces particules, et tellement inhérente à leur constitution, qu'elles la conservent dans toutes les situations qu'on leur donne, à toutes les distances où on les place, dans l'état solide ou liquide comme dans l'état de vapeur, et même dans les combinaisons très-intimes où on les engage. Cette propriété consiste dans la faculté qu'ont les molécules dont il s'agit de faire tourner d'un certain angle, et dans un certain sens, les axes de polarisation des rayons lumineux.

Une pareille faculté existe dans le cristal de roche; et les phénomènes qui l'y rendent sensible ont été remarqués, pour la première fois, par M. Arago, dans ses belles expériences sur les couleurs que les lames des cristaux donnent avec la lumière polarisée (1). En cherchant les diverses circonstances qui pouvaient déterminer le développement de ces couleurs, dont il avait fait la découverte, il exposa à un rayon solaire polarisé une plaque de cristal de roche, épaisse d'environ six millimètres, et qui se trouvait taillée perpendiculairement à l'axe de cristallisation : puis, analysant la lumière transmise, à l'aide d'une lunette prismatique, il reconnut que les deux images étaient colorées de teintes complémentaires, et que ces teintes changeaient à mesure que l'on tournait le double prisme qui servait à les observer; de manière que, dans une demi-révolution de ce prisme, l'image extraordinaire, par exemple, qui d'abord était rouge, devenait successivement orangée, jaune, jaune-

(1) *Mémoires de l'Institut* pour 1811, Ire Part., p. 115 et suiv.

verdâtre, et violacée, comme si les rayons colorés, de réfrangibilité diverse, eussent été polarisés par la plaque dans différens sens. Depuis, dans un autre Mémoire lu à l'Institut, mais non imprimé, il annonça que le faisceau lumineux modifié par la plaque de cristal de roche pouvait être considéré comme un faisceau blanc dont les élémens prismatiques auraient été polarisés par des cristaux ayant leurs sections principales dirigées dans des angles divers. Deux ans après le premier travail de M. Arago, je m'occupai de ce genre de phénomènes (1); et, en suivant leurs apparences dans un grand nombre de plaques de cristal de roche, d'épaisseurs successivement variées, j'en déduisis, 1° qu'ils consistent en une rotation progressive que les axes de polarisation des rayons lumineux éprouvent lorsqu'ils traversent ces plaques parallèlement à l'axe du cristal; 2° que la rapidité de cette rotation est inégale pour les rayons de couleur diverse, et qu'elle croît avec la réfrangibilité; de sorte que les rayons violets tournent plus vite que les bleus, les bleus plus vite que les verts, les verts plus vite que les jaunes, et ainsi de suite jusqu'aux rouges, qui tournent plus lentement que tous les autres. Je ne déterminai point alors les rapports de ces vitesses, ni leur intensité absolue; ce qui eût exigé des recherches longues et délicates dont je ne pouvais pas prévoir encore l'utilité. Je me bornai à montrer en général comment un mode de rotation progressif pouvait donner la succession de couleurs observées des épaisseurs diverses;

(1) *Mémoires de l'Institut* pour 1812, Ire Part., p. 218 et suiv.

et, pour fixer les idées, j'en indiquai hypothétiquement un qui me semblait assez concordant avec la marche des teintes; mais pour avoir abandonné un moment l'expérience, ce seul guide qui puisse empêcher de s'égarer dans des phénomènes d'une espèce si nouvelle, je me trompai sur la loi de rotation que j'imaginai, et je me trompai encore en croyant que les rayons soumis à ce genre d'action étaient ensuite réfractés par les cristaux autrement que les rayons polarisés par les procédés ordinaires. On verra dans ce Mémoire qu'ils le sont absolument de même. Les particularités de coloration qui m'avaient semblé nécessiter cette différence, bien loin d'être des anomalies, deviennent des conséquences calculables de cette identité, lorsque l'on connaît la véritable loi des rotations.

Au reste, ces deux indications sont les seules que je trouve aujourd'hui à corriger dans mes premières recherches. Je montrai dès-lors que la rotation des rayons ne s'opérait que lorsqu'ils traversaient le cristal parallèlement ou presque parallèlement à son axe, de sorte que la force polarisante dépendante de la double réfraction fût nulle ou très-affaiblie : car, à mesure que le rayon réfracté s'incline sur l'axe, cette force augmente, et en augmentant elle enlève successivement une plus grande portion de lumière à la rotation, pour lui faire subir la polarisation relativement à des axes fixes. Je trouvai aussi que, dans certaines aiguilles de cristal de roche, la rotation s'opérait dans un sens, par exemple, de la droite vers la gauche de l'observateur, tandis que, dans d'autres, elle s'opérait dans le sens opposé, c'est-à-dire, de la gauche vers la droite, quoique toujours sui-

vant les mêmes lois et avec les mêmes vitesses ; car les mêmes couleurs se montraient à des épaisseurs égales. En outre, si l'on superposait deux de ces plaques à rotations contraires, les couleurs du rayon transmis étaient les mêmes que s'il eût traversé une seule plaque égale à la différence des deux épaisseurs ; ce qui montre que la rotation s'opère dans toute l'épaisseur d'une même plaque avec une égale vitesse ; de sorte que l'arc décrit par l'axe de polarisation de chaque rayon simple doit être proportionnel à l'épaisseur de cristal qu'il a parcourue. Par une suite nécessaire de ces résultats, si l'on superpose deux plaques d'épaisseurs égales et à rotations contraires, la seconde détruit, dans les rayons, la rotation que leur avait imprimée la première, et toute la lumière transmise perpendiculairement à travers le système se trouve ramenée à son état de polarisation primitif, de même que si elle eût traversé une plaque d'eau ou de toute autre substance qui n'aurait exercé aucune action polarisante sur les rayons lumineux.

Ayant ainsi trouvé que l'arc de rotation décrit par les rayons était proportionnel à l'épaisseur des plaques, et qu'il fallait, pour développer ce phénomène, éluder le pouvoir des forces polarisantes que la cristallisation fait naître, j'en tirai comme conséquence, qu'il était produit par les molécules mêmes du cristal de roche, ou par celles d'une substance uniformément distribuée entre elles, et qu'il l'était en vertu d'une faculté propre à ces molécules, indépendamment de leur état d'aggrégation ; enfin, puisqu'il existait des aiguilles à rotations contraires, il fallait qu'elles fussent composées ou au moins uniformément mêlées de deux substances de nature dif-

férente, sans qu'aucun indice dans leur transparence ou leur forme cristalline pût faire soupçonner cette diversité. On verra ces inductions fortement appuyées par les faits dont j'ai à parler dans ce Mémoire.

Le cristal de roche fut pendant long-temps la seule substance où je connusse l'existence de ces propriétés. Mais ayant été conduit à observer des lames cristallisées placées dans des milieux très-réfringens, tels que l'huile de térébenthine, par exemple, je m'aperçus que ce liquide modifiait la polarisation primitivement imprimée aux rayons lumineux qui le traversaient. Et comme un effet pareil ne peut pas, dans un liquide, dépendre du mode d'apposition des particules, puisque ce mode n'a rien de déterminé, et peut être changé à tout instant quand on agite la masse entière, j'en conclus aussitôt qu'il devait être produit par les molécules mêmes, et qu'en conséquence il y indiquait l'existence de propriétés analogues à celles que les molécules de cristal de roche possèdent. C'est aussi ce que confirma l'expérience; car je trouvai qu'il s'opérait à travers la térébenthine des rotations absolument soumises aux mêmes lois que j'avais déterminées dans le cristal de roche, à cela près qu'elles y étaient beaucoup moins rapides, et qu'elles se dirigeaient toujours de la droite vers la gauche de l'observateur; au lieu que, dans le cristal de roche, j'avais reconnu deux sens opposés de rotation. Mais je retrouvai bientôt cette opposition dans d'autres substances, par exemple, dans la dissolution alcoolique de camphre qui fait tourner les axes de polarisation de gauche à droite, en sens contraire de la térébenthine. Parmi les huiles essentielles même, j'en trouvai qui agissaient dans un

sens, d'autres dans un autre; quelques-unes ne manifestèrent aucune action. J'imaginai qu'en formant des mélanges de ces liquides, je pourrais ajouter ensemble les forces de même nature, et opposer les unes aux autres les forces contraires. Cela devait être en effet, si la faculté de faire tourner les axes de polarisation des rayons est propre aux molécules mêmes. L'expérience confirma cette idée. Je pus ainsi, à volonté, accroître ou diminuer les phénomènes, et former des mélanges où ils devinssent absolument nuls par l'opposition complète et l'égale intensité des actions; ce qui prouve que la loi de ces rotations est la même pour les mêmes rayons simples dans les substances ainsi compensées.

Une faculté qui appartient aux molécules d'un corps offre un moyen de reconnaître sa présence, et de le distinguer des autres substances qu'une ressemblance apparente porterait à confondre avec lui. Ainsi, le sucre de cannes et celui de betteraves possédant l'un et l'autre ce genre d'actions, on pourra s'en servir pour éprouver s'ils sont absolument identiques (1). La gomme, qui se rapproche tant du sucre de cannes par sa composition chimique, m'a paru n'avoir aucun effet. Par la fermentation, le sucre perd cette faculté, et la gomme ne l'acquiert pas; mais alors les particules mêmes sont décomposées.

Ce genre de phénomène se trouvant ainsi lié à des considérations de quelque importance pour la physique

---

(1) J'ai déjà fait cette comparaison; mais pour lui donner plus de certitude, je me propose de la répéter en employant des sirops très-condensés, au lieu de simples dissolutions.

et la chimie, il devenait nécessaire d'en fixer tous les détails par des mesures précises. Tel a été le premier but des nouvelles recherches que je présente aujourd'hui à l'Académie. J'ai d'abord entrepris de déterminer le rapport des vitesses de rotation dans une même épaisseur pour les différens rayons simples. Ces vitesses sont en effet un des élémens les plus essentiels à connaître, puisque ce sont elles qui déterminent la nature des teintes pour des épaisseurs diverses de la même substance, et dans chaque position du prisme qui sert à analyser les rayons que la rotation a modifiés.

Recherche de la loi des rotations des différens rayons simples dans le cristal de roche.

Pour obtenir ces mesures, j'ai introduit dans la chambre obscure un rayon solaire fixe, très-mince, que j'ai brisé par un prisme très-réfringent; puis, en faisant tourner lentement ce prisme autour de son axe, j'ai fait tomber successivement les différentes portions du spectre sur une glace noire inclinée à leur direction, de manière à les réfléchir polarisés. De là, les rayons réfléchis arrivaient à un prisme de spath d'Islande, placé au centre d'un cercle divisé, et porté sur une alidade qui permettait de tourner sa section principale dans toutes les directions possibles autour du plan de polarisation primitif. Dans le trajet des rayons, je plaçai une plaque de cristal de roche taillée perpendiculairement à l'axe des aiguilles, qui est aussi celui de la double réfraction. Je la plaçai de manière que la transmission s'opérât bien parallèlement à cet axe; puis, tournant lentement l'alidade qui portait le prisme de spath d'Islande,

je cherchais l'angle dans lequel il fallait amener sa section principale, pour que le rayon simple, transmis à travers la plaque, se réfractât tout entier ordinairement. Cette direction était en effet celle dans laquelle le plan de polarisation primitif avait été transporté par la rotation. L'appareil général de polarisation, que j'ai décrit dans les *Mémoires de l'Institut* et dans mon *Traité de Physique*, est tout disposé pour cette expérience, et permet de la faire avec la plus grande facilité.

En observant ainsi successivement les rotations des différens rayons simples à travers une même plaque, je les trouvai fort inégales et croissantes avec la rétrangibilité. Les angles, observés avec plusieurs plaques d'épaisseur diverse, furent proportionnels entre eux pour les rayons de même nature; ce qui attestait la justesse des résultats. Il ne restait donc qu'à comparer les valeurs absolues des rotations dans chaque plaque pour les différens rayons simples. En le faisant, je reconnus qu'elles étaient réciproquement proportionnelles aux carrés des longueurs de leurs accès, ou aux carrés des longueurs de leurs vibrations dans le système des ondes.

Le genre d'observations que je viens d'exposer donnait bien les rapports des vitesses de rotation dans une même plaque; mais il n'aurait pas été aussi convenable pour déterminer la valeur absolue d'une de ces vitesses, et prouver sa constance dans les diverses épaisseurs : car, pour cela, il aurait fallu être sûr d'employer toujours identiquement la même espèce de lumière, de rouge, par exemple, ou de violet ou de vert, dans les observations comparées; ce qui eût été très-difficile, étant obligé,

à chaque changement de plaque, de déplacer l'appareil pour vérifier rigoureusement la direction du rayon transmis. J'ai donc employé, pour ces nouvelles déterminations, une disposition différente. J'ai fait tomber sur la glace réfléchissante, non plus un rayon solarie, mais la lumière blanche et diffuse des nuées; puis, ayant transmis le rayon réfléchi, comme dans les premières expériences, à travers diverses plaques de cristal de roche et à travers un prisme cristallisé destiné à analyser la polarisation nouvelle imprimée par ces plaques, j'ai regardé les images ainsi formées, non plus à l'œil nu, mais à travers un verre rouge que M. Arago m'avait prêté, et qui a la propriété de ne transmettre que des rayons de cette couleur, lesquels m'ont paru répondre, dans le spectre, à une position intermédiaire entre le rouge moyen et le rouge extrême, mais plus près de ce dernier. L'interposition de ce verre ramenait donc les observations au même état que si elles eussent été faites avec de la lumière rouge simple, et avec une espèce de lumière parfaitement identique dans toutes les observations. J'ai successivement étudié, de cette manière, la rotation de cette espèce particulière de rouge dans des plaques de cristal de roche, d'épaisseurs diverses, taillées perpendiculairement à l'axe des aiguilles, et exposées perpendiculairement au rayon polarisé. J'ai eu soin d'en choisir qui exerçassent la rotation dans des sens contraires; puis, divisant la rotation opérée dans chacune d'elles par son épaisseur exprimée en millimètres, et mesurée au sphéromètre jusqu'aux millièmes, j'ai obtenu l'arc de rotation qu'une épaisseur d'un millimètre pouvait faire décrire à l'espèce de rouge que mon verre

transmettait. Je l'ai trouvé ainsi de 18°,414 de la division sexagésimale. Je n'ai pas besoin de dire que j'ai pris la moyenne de tous ces résultats, afin d'obtenir une valeur plus sûre; et pour juger de son exactitude, je m'en suis servi pour calculer l'arc total de rotation de chaque plaque, d'après son épaisseur donnée. La comparaison du calcul avec l'observation montre avec évidence que la rotation est uniforme, comme l'indiquaient déjà les différences de rotation observées avec les plaques à rotations opposées. On verra bientôt avec quelle fidélité l'application de cette valeur est confirmée par les observations des teintes obtenues, à des épaisseurs diverses, dans un grand nombre de plaques indépendantes de celles que j'ai ici employées pour l'établir.

D'après les expériences de Newton, que j'ai calculées et réduites en table, dans mon *Traité de Physique*, la longueur des accès, dans le vide, en millionièmes de pouces anglais, est, pour le rouge extrême, 6,34628; et, pour la limite de l'orangé et du rouge, 5,86586. Admettons que le rouge dont j'ai fait usage réponde au tiers de cet intervalle du côté du rouge extrême, la longueur des accès de cette espèce de rouge sera 6,18614; et sa rotation, dans un millimètre de cristal de roche, sera 18°,414. D'après le peu d'intervalle que comprennent les termes extrêmes du rouge, cette évaluation ne saurait être que très-près de la vérité; d'autant que la lumière transmise par notre verre rouge, étant reçue à travers les prismes les plus réfringens, ne laisse apercevoir aucune trace d'orangé; mais seulement une faible dilatation du rouge foncé qui la compose. Maintenant, puisque la rotation des divers rayons simples est réci-

proque au carré des longueurs de leurs accès, il n'y a qu'à prendre ces longueurs dans la table que j'ai donnée, page 109 du tome IV de mon *Traité de Physique*; et leur appliquant la proportionnalité indiquée, on trouvera, pour les rotations des diverses divisions du spectre, les valeurs suivantes :

Arc de rotation des divers rayons simples à travers un millimètre de cristal de roche.

DÉSIGNATION du rayon simple.	ARC DE ROTATION en degrés sexag.	LOGARITHMES de cet arc en degrés.
Rouge extrême.	17°,4964	1.2429499
Limite du rouge et de l'orangé.	20,4798	1.3113251
de l'orangé et du jaune.	22,3138	1.3485731
du jaune et du vert. . .	25,6752	1.4095149
du vert et du bleu.	30,0460	1.4777883
du bleu et de l'indigo. . .	34,5717	1.5387209
de l'indigo et du violet.	37,6829	1.5761447
violet extrême. . . .	44,0827	1.6442681.

Dans mes premières recherches, consignées parmi les *Mémoires de l'Institut* et dans mon *Traité de Physique*, j'avais remarqué que lorsque les plaques de cristal de roche n'avaient pas plus de $3^{mm}\frac{1}{2}$ d'épaisseur, le prisme

cristallisé qui sert pour analyser la lumière transmise pouvait être amené dans une direction telle, que l'image extraordinaire fût presque nulle ou du moins très-faible (1). Dans cet état de faiblesse, elle était d'une teinte bleue ou violette qui semblait ne contenir que des rayons de cette extrémité du spectre; mais pour peu que l'on tournât le prisme un peu davantage, elle prenait aussitôt une teinte d'un rouge sombre qui indiquait évidemment l'introduction de quelques rayons de rouge extrême dans sa couleur. La possibilité de ce *minimum*, et son existence seulement dans les plaques les plus minces, tenaient évidemment au peu de dispersion produite à ces faibles épaisseurs dans les axes du faisceau transmis, par la rotation inégale des rayons simples qui le composent; ce qui permettait de les réunir, en très-grande partie, en une seule réfraction ordinaire qui ne laissait échapper sensiblement que les plus extrêmes et les plus obscurs d'entre eux, tels que les violets, les indigos et les bleus. En outre, pour opérer cette réunion le mieux possible, on conçoit qu'il fallait diriger la section principale du prisme cristallisé suivant la direction d'axes correspondante à la partie la plus brillante du spectre, qui est le jaune; alors l'orangé et le rouge, d'une part, le vert et le commencement du bleu, de l'autre, étant les plus rapprochés de cette direction, doivent subir presque entièrement la réfraction ordinaire; et les autres rayons, bleus, indigos, violets, fournissant encore à cette réfraction une grande partie de leur lumière, ne causent,

---

(1) *Mémoires de l'Institut*, pour 1812, Ire part., p. 245; *Traité de Physique*, tome IV, page 508.

pour l'image extraordinaire, qu'une très-faible portion de leurs rayons : or, ceci va nous fournir une confirmation frappante pour les rapports des rotations que j'ai déterminés tout-à-l'heure ; car, en comparant les angles de rotation auxquels répond ce *minimum* pour des épaisseurs diverses, j'avais trouvé, dans mes premières recherches, qu'ils étaient proportionnels à l'épaisseur des plaques ; et qu'en exprimant celles-ci en millimètres, le coefficient de cette proportionnalité était 23,5372, c'est-à-dire, qu'en multipliant l'épaisseur par ce nombre, on avait les degrés de rotation correspondans au *minimum* de l'image extraordinaire. Or, en effet, en comparant ce nombre à notre tableau de rotation pour les différens rayons simples, on voit qu'il répond au jaune et presque au milieu du jaune, quoique un peu plus près de l'orangé que du vert ; car le milieu exact du jaune aurait pour rotation 23,8945, au lieu de 23,5372. C'était donc réellement la rotation du jaune que j'observais alors, et voilà pourquoi elle se trouvait proportionnelle à l'épaisseur. En général, dans les phénomènes de teintes, les observations faites sur les parties les plus brillantes répondent au jaune, et y répondent avec une précision qui devient très-grande dans des observations nombreuses et comparées. C'est sur l'observation des parties les plus brillantes des anneaux colorés réfléchis, que Newton a d'abord établi la progression de leurs diamètres, et, par suite, celles des épaisseurs auxquelles ils se forment. Les déterminations, ainsi obtenues, se sont trouvé donner les mêmes lois qu'une lumière simple, et leurs résultats absolus ont été exactement les mêmes

que ceux du jaune simple, observé dans la chambre obscure.

Connaissant la rotation des divers rayons simples à travers un millimètre de cristal de roche, nous pouvons calculer la distribution des axes de polarisation d'un faisceau lumineux de composition connue, après sa transmission à travers une plaque d'une épaisseur quelconque. Il suffit pour cela de multiplier l'arc de rotation propre à chaque rayon simple, par l'épaisseur de la plaque en millimètres. Si l'on suppose ensuite qu'un système de rayons simples, ainsi distribués, est réfracté par un rhomboïde de spath d'Islande, ou, en général, par un prisme cristallisé, dont la section principale ait une direction connue, on peut calculer la proportion de chaque couleur que ce prisme réfractera ordinairement, et la proportion qu'il réfractera extraordinairement; car, d'après une règle donnée par Malus, et confirmée jusqu'ici par toutes les expériences, la première partie sera proportionnelle au carré du cosinus de l'angle formé par la section principale du prisme avec l'axe de polarisation de chaque rayon simple, et la seconde sera proportionnelle au carré du sinus du même angle. On saura donc, par ce calcul, combien l'image ordinaire et l'image extraordinaire contiennent chacune de rayons simples de chaque couleur.

Or, quand on connaît ainsi les élémens prismatiques dont une teinte se compose, on peut définir cette teinte, et la calculer, d'après une règle expérimentale que Newton a exposée dans son optique, et que j'ai réduite en formule dans mon *Traité de Physique*, tome III, page 447. En appliquant cette formule aux deux images

dans lesquelles le prisme cristallisé résout la lumière transmise, on pourra assigner la teinte que chacune d'elles doit avoir pour chaque plaque, et dans chaque position du prisme cristallisé. Puis, on verra si cette teinte répond exactement à l'observation. La comparaison peut déjà se faire avec beaucoup de fidélité par l'inspection seule; car la plupart de ces teintes offrent des particularités très-remarquables qui les distinguent et les caractérisent fort nettement. Mais on obtiendra plus de précision et plus de sûreté encore, en rapportant, comme je l'ai fait, les teintes observées des plaques à celles des anneaux colorées, ou du colorigrade, qui leur ressemblent le plus; et cherchant ensuite si leur composition, calculée d'après la loi des rotations, les assimile en effet, non pour la vivacité, mais pour leur nature, à celle des anneaux auxquels on les a jugé comparables, et dont la composition est également connue, d'après les expériences de Newton. Afin de donner à cette épreuve toute la légitimité, toute la certitude imaginables, je n'ai pas voulu l'appliquer à de nouvelles expériences. Je me suis borné à celles que j'ai autrefois faites, et qui sont consignées dans les *Mémoires de l'Institut* pour 1812, et dans mon *Traité de Physique*. Elles sont nombreuses, faites avec soin et depuis long-temps publiées, de sorte que leurs résultats offrent des vérifications entièrement indépendantes. J'ai choisi, dans le nombre, les observations relatives à treize plaques tirées d'une même aiguille très-pure, et d'épaisseurs variées depuis $0^{mm},4$ jusqu'à $13^{mm},5$, c'est-à-dire, presque dans toute l'étendue des limites où la coloration des images produites par la rotation est sensible. Les épaisseurs de toutes ces plaques

avaient été mesurées à l'aide du sphéromètre, avec une exactitude qui va jusqu'aux millièmes de millimètres. Leurs rotations étaient toutes dirigées de la droite vers la gauche de l'observateur; mais j'ai prouvé antérieurement que la loi des rotations est la même pour un sens et pour l'autre. Or, les résultats du calcul obtenus pour ces plaques d'après les lois précédentes, se sont trouvé tellement conformes avec les teintes que je leur avais autrefois assignées, qu'on aurait pu aussi exactement les marquer par ce calcul que par l'observation même, et suivre ainsi les changemens de leurs nuances jusque dans leurs moindres détails.

Par des épreuves de ce genre, convenablement dirigées, je parviens à montrer généralement que la loi de rotation réciproque aux carrés des longueurs des accès satisfait à la manière dont les teintes des deux images naissent à des épaisseurs très-petites, et se terminent à des épaisseurs très-grandes; on vient de voir qu'entre ces limites, elle reproduit avec fidélité les couleurs observées; conséquemment, si elle n'est pas la loi de la nature, elle en approche du moins assez pour pouvoir lui être substituée dans toutes les observations. Les nombreuses applications que j'ai ainsi eu l'occasion d'en faire fournissent en outre une confirmation décisive de la division des images, proportionnelle aux carrés du sinus et du cosinus de l'angle que l'axe de polarisation de chaque rayon forme avec la section principale du prisme cristallisé qui le réfracte; car le partage des rayons étant un des élémens essentiels de la formation des teintes, elles n'auraient pas pu se trouver aussi exactement conformes à l'expérience si le mode de par-

tage employé dans le calcul eût été inexact. Enfin, on voit de quelle précision admirable est cette construction que Newton a donnée pour déterminer la couleur composée produite par la combinaison d'un nombre donné de rayons simples, puisqu'elle suit et représente aussi fidèlement la nature dans des recherches absolument indépendantes de celles pour lesquelles son auteur l'avait formée : c'est qu'il l'avait établie, comme il le dit, sur des expériences réellement faites avec des proportions connues de rayons simples, et non pas d'après des vues systématiques, comme presque tous les auteurs qui ont écrit sur l'optique se sont avisé de le supposer, contre ses plus formelles assertions.

(*La suite au Cahier prochain*).

Sur *le Mouvement par bonds de plusieurs globes de feu, et conséquences tirées de ce phénomène.*

Par E. F. F. Chladni.

On a remarqué que plusieurs bolides, après avoir pénétré dans l'atmosphère en se rapprochant de la terre, s'en éloignaient ensuite et poursuivaient leur route en remontant; que ce mouvement, alternativement montant et descendant, avait lieu plusieurs fois de suite, comme il arrive à un corps qui ricoche sur une surface.

Au premier abord, ceci paraîtra paradoxal; et moi-même, en lisant autrefois dans de vieux auteurs, qu'un météore igné, qu'on appelait *Capra saltans*, se mou-

vait par bonds, je ne crus pas qu'il fût question de bolides, mais d'aurores boréales. J'ai attendu, pour parler de ce mouvement par ricochets, propre à quelques-uns de ces bolides, que j'eusse rassemblé un assez grand nombre d'observations choisies, pour que le fait ne me parût plus douteux à moi-même.

Je vais en rapporter plusieurs par ordre chronologique; je pourrais en augmenter beaucoup le nombre si je voulais y joindre celles où les ricochets n'ont pas été observés immédiatement, mais pourraient se conclure de la forme serpentante des bandes lumineuses formées de particules embrasées que le météore avait projetées, et qui restaient visibles pendant quelque temps.

1649, 1er septembre, vers trois heures du matin, on vit à Hambourg un globe de feu qui se mouvait en montant et en descendant alternativement par sauts. (Extrait du *Theatr. europ.* ou *Annal. der Physik*, vol. XXX, p. 112.)

1682, en décembre, on vit, à Rochlitz et Annaberg, un globe de feu qui décrivit une courbe. (*Breslauer Samml.*, 1 vers., p. 164.)

1719, le 22 février, après sept heures du soir, un globe de feu fut aperçu dans toute l'Italie, dans une grande partie de l'Allemagne et dans la Suisse. Balbi, dans les *Comment. Bonon.*, t. I, p. 285, a donné des observations bien faites et des calculs sur ce bolide. On y remarque ce passage : *Directio non semper eadem fuit.*

1728, le 28 mai, vers neuf heures du soir, on vit, dans la Haute-Lusace, un globe de feu qui, à son mouvement par sauts, fut reconnu pour une *capra saltans*. (*Annalen*, vol. XXXIII, p. 334.)

1738, le 13 juillet, à onze heures du soir, Gensanne vit, à Paris, un globe de feu dont le mouvement était alternativement montant et descendant par sauts, de telle manière que les bonds allaient toujours en diminuant de hauteur. Il fut en vue environ un quart d'heure avant qu'il disparût sous l'horizon. La relation de ce phénomène se trouve consignée dans l'*Histoire de l'Acad. de Paris*, 1738, p. 36.

1740, dans la nuit du 23 au 24 février, on vit, à Toulon, un globe de feu qui, s'étant élevé peu à peu, continua sa route en descendant; puis, s'élevant de nouveau, parvint à une grande hauteur, où il fit explosion. (*Hist. de l'Acad. de Paris*, 1740, p. 3.)

1758, le 26 novembre, entre huit et neuf heures du soir, un globe de feu, sur lequel Pringle a recueilli un grand nombre d'observations, passa au-dessus de l'Angleterre et de l'Ecosse. La ligne que ce météore a parcourue a été calculée par ce physicien. Il descendit d'abord obliquement; arrivé au point le plus bas, il parut s'éteindre; mais bientôt, continuant sa route en remontant, il reprit un nouvel éclat. Pringle explique fort bien ces apparences, et conjecture avec raison que plusieurs bolides, après avoir été réfléchis par l'atmosphère, poursuivent leur route en s'éloignant dans l'espace. (*Phil. trans.* LI.)

Dans les *Observations sur la Physique*, par l'abbé Rosier, tome I, p. 1, (où il est question du météore lumineux, du 17 juillet 1771, vu d'une grande partie de la France, et décrit par Leroi, *Mémoir. de l'Acad. de Paris*, 1771), il est dit : quon avait remarqué, à Versailles, à Corbeil et à Melun, que ce météore se mouvait

en descendant d'abord, ensuite en remontant avec une lumière d'un grand éclat.

1778, 26 août, vers cinq heures du soir, on vit, par un temps serein, à Sondrio dans la Valteline, un globe de feu se mouvant par sauts, et faisant une explosion à chaque fois qu'il retombait. (*Antologia romana*, t. V, octobre 1778, p. 142.)

1787, 11 septembre, vers les huit heures et demie du soir, à Edimburg, il parut, dans la partie boréale du ciel, un globe de feu plus grand que le soleil. Son mouvement fut d'abord horizontal vers l'orient, à la hauteur de 15 à 20 degrés, puis il s'inclina jusqu'à la rencontre de l'horizon. Alors il se releva, et parvint à une hauteur plus grande (en apparence) que la première; il descendit et se releva de nouveau, mais en faisant des ondulations plus petites; enfin, continuant sa route vers l'orient, il disparut derrière un nuage où il fit explosion. (*Gentlemans' Magazine*. LVII, p. 926.)

Un phénomène de ce genre bien remarquable, est celui qui fut observé à Stockholm, le 11 février 1806, à six heures et demie du soir, par l'envoyé de Portugal, Lobo de Silveira, et dont il donna la description dans le *Magazin für naturkunde de Voigt*, vol. XI, page 537. Un corps lumineux, comparable à la pleine lune, parut au zénith; toute l'atmosphère en fut éclairée à deux reprises différentes; il augmenta et diminua alternativement de volume et de lumière. Cependant on entendait un bruit sourd, et on sentait dans l'air un frémissement. Ces phénomènes paraissent devoir être attribués à la chute verticale d'un corps tellement léger, qu'il a pu être réfléchi par l'at-

mosphère. On doit regretter que ce phénomène n'ait pas été aperçu dans d'autres lieux de la Suède assez éloignés du premier pour qu'on ait pu remarquer le mouvement alternatif de chute et d'ascension.

1806, 28 septembre, à huit heures du soir, entre Memmingen et Lindau, on vit un globe de feu qui décrivait une courbe. (*Ann. der Berg-und hüttenkunde*, par le baron de Moll, vol. VI, p. 337-340.)

Le grand globe de feu observé, le 14 décembre 1807, dans l'Amérique septentrionale, et qui fut suivi de la chute bien connue de pierres météoriques, près de Weston, fit, à la fin, trois sauts. (*Three successive efforts and leaps*), selon les *Transact. of the american soc.*, t. VI, part. 2, pag. 326.

1810, dans la nuit du 2 au 3 janvier, vers douze heures et demie, on vit, à Genève, un globe de feu dont la direction était fort variable, et qui parut aller en remontant. (*Bibl. britann.*, tom. XLIII, pag. 83.)

La manière dont ces corps se meuvent met en évidence qu'après avoir frappé l'atmosphère avec une grande vitesse, ils éprouvent une résistance suffisante pour être réfléchis. Il est très-vraisemblable que, sous un très-grand volume, leur masse est très-petite; que c'est un composé de gaz et de matière pulvérulente très-divisée et très-rare. Ce qui confirme cette opinion, c'est l'effet que produit leur première immersion dans l'atmosphère. Ceux qui ont eu l'occasion d'en être témoins rapportent qu'ils ont vu d'abord un large trait lumineux, dans lequel il se formait par degrés des lignes plus brillantes; enfin, il arrivait un moment où tout ce qui était susceptible de former une matière plus dense se réunissait

en une masse de feu qui continuait de se mouvoir sous la forme d'un globe (1). Chaque matière de ce genre ne donne pas toujours des pierres météoriques; il faut pour cela qu'elle ait perdu assez de sa vitesse pour qu'elle ne puisse plus sortir de l'atmosphère, et que la chaleur produite ne l'ait pas volatilisée en entier.

Qu'il existe dans le météore, ou qu'il s'y forme, par la combustion, des masses assez denses; il en tombera des pierres qui contiendront, non la totalité de ce qui est entré dans l'atmosphère, mais le *caput mortuum*, que la combustion a laissé. Tant qu'un de ces météores a la vitesse et la légéreté convenables, il se relève avant

---

(1) Au moment de publier cette note, je trouvai, dans un journal de Hollande, *Konst-en letterbode*, 1812, 2e partie, p. 173, la description d'une observation remarquable de la première apparition d'un de ces météores, et de sa transformation en un globe de feu se mouvant par sauts. En 1812, le 23 août, vers neuf heures du soir, M. J. Nieuwenhuis, ministre luthérien à Utrecht, et professeur de philosophie et de physique dans l'institut de Renswoud, revenant d'une maison de campagne, aperçut, dans le ciel, une bande de la largeur de deux fois le diamètre de la lune, partant du sud-est, et s'étendant vers le nord, assez parallèlement à l'horizon, à une hauteur d'environ 20 degrés. Au commencement, elle parut formée de quelques traits de feu parallèles, qui allaient en se rapprochant derrière le météore, puis se réunissaient. La lumière augmenta par degrés; la bande devint rouge de feu, et le milieu comme le fer incandescent. Il s'en élança des rayons enflammés qui, à trois reprises différentes, s'épanouirent et se contractèrent en se dirigeant vers le nord : tout-à-coup il en partit un corps

d'avoir achevé sa chute, et poursuit sa route; on remarque, dans plusieurs des exemples rapportés, que la lumière du météore diminue quand il descend, et qu'elle augmente lorsqu'il remonte, après s'être débarrassé de beaucoup de fumée et de vapeur.

Il est possible aussi que les *étoiles tombantes* qui se meuvent en remontant soient des corps étrangers à notre globe, qui, après avoir été réfléchis par l'atmosphère, et y avoir brûlé ou brillé quelques instans, poursuivent leur route dans l'espace. J'avais déjà émis cette opinion dans ma Dissertation de 1794, *sur l'origine de la masse de fer découverte par Pallas, etc.*; mais Benzenberg et Brandes ont établi, par des observations correspondantes et par leurs calculs, que ces étoiles se meuvent dans

---

semblable à une étoile rouge de feu; en peu d'instans, elle devint grande comme la moitié de la lune, au moins; sa lumière devint étincelante et presque aussi éclatante que celle du soleil couchant. Ce globe retourna alors dans le milieu de la bande dont il était sorti. Suivant toute apparence, il a poursuivi sa route au-delà de la bande, en remontant, et son éclat s'affaiblit à cause de la distance qui augmentait. Cependant on pouvait encore l'apercevoir, par intervalles, à travers la partie lumineuse de la bande. Tout ceci se passa dans l'espace de quelques secondes; mais la bande lumineuse, et surtout la partie la plus enflammée, pouvait se voir encore après un quart d'heure, et la dernière trace ne disparut qu'à dix heures, lorsque la lune se dégagea des nuages. On ne remarqua ni fumée ni vapeur. Aucun bruit ne se fit entendre, parce que le globe ne venait que de se former, et était encore loin de pouvoir éclater, et aussi à cause de l'éloignement trop grand du météore.

toutes sortes de directions; que même plusieurs d'entre elles se meuvent de bas en haut, de manière que si elles avaient eu primitivement la même direction, elles auraient dû passer au travers de notre globe. Ne pouvant pas alors expliquer ce mouvement ascendant, j'abandonnai mon opinion; mais aujourd'hui qu'on peut regarder la réflexion des bolides par l'atmosphère comme un fait constant, je crois pouvoir l'adopter avec plus de confiance que jamais.

On lit, dans le *Journal of Natural Philosophy*, de Nicholson, vol. XXXIV, p. 298, que John Farey et Benj. Bevan ont fait, durant toute une année, des observations correspondantes sur les étoiles tombantes, et qu'ils ont évalué à 40 et 50 milles anglais la hauteur de quelques-uns de ces météores. Farey les regarde, ainsi que les bolides, comme de petits satellites de la terre. Cette opinion paraît difficile à soutenir; car la chute des pierres météoriques aurait dû en diminuer le nombre, et enfin les détruire en totalité. Cependant, si on admet qu'une masse soumise à l'attraction de la terre peut être animée d'un mouvement tel, qu'elle puisse faire un grand nombre de révolutions avant de tomber, je n'ai plus rien à expliquer.

(Extrait des *Annalen der Physik*, vol. LV, p. 91.)

Sur *la Volatilité du Bismuth.*

Par M. Chaudet,

Essayeur provisoire des Monnaies.

En faisant, il y a quelque temps, des alliages de bismuth et d'étain sous le charbon en poudre et dans la moufle du fourneau à coupelle, c'est-à-dire, à une température infiniment supérieure à celle qui est nécessaire pour faire entrer ces deux métaux en fusion, j'eus occasion d'observer que lorsqu'on les laissait au-delà de l'époque à laquelle ils sont fondus, ce qui est l'affaire de quelques minutes, on éprouvait toujours une certaine perte, et que cette perte était d'autant plus grande que l'alliage était resté plus long-temps au feu.

Pour me rendre compte de ce phénomène, et savoir auquel des deux métaux on devait attribuer cette perte, dans le cas où elle n'aurait point été due à tous deux, j'exposai séparément sous le charbon en poudre, dans des petits creusets bien lutés et au fond de la moufle du fourneau à coupelle, un gramme ou 1000 millièmes de chacun de ces deux métaux. Après une demi-heure d'exposition à une température d'environ 30° du pyromètre de Wegwood, je retirai le creuset, et le délutai quand il fut froid : le charbon était intact ; le petit bouton d'étain se trouva du poids de 1001 millièmes. Cette augmentation d'un millième tenait sans doute à un peu de carbone combiné à l'étain. Le petit creuset contenant le bismuth fut ouvert, et le bouton de ce métal ne

pesait plus que 950 millièmes ; il y avait donc eu 50 de perte.

Ce résultat devait me porter à croire que le bismuth était un métal volatil ; mais comme les chimistes ne sont point d'accord sur ce point, et que mes expériences avaient été faites avec du bismuth du commerce, lequel contenait vraisemblablement une certaine quantité d'arsenic et de soufre, et que la perte pouvait être due à la volatilisation de ces deux substances, je ne m'arrêtai point à ces premiers résultats.

Présumant que si cette perte était due au soufre et à l'arsenic, elle devait avoir un terme ; j'enveloppai dans un papier un gramme de bismuth qui m'avait servi dans la première expérience, je le mis, au milieu du charbon, dans un petit creuset bien luté, et l'exposai ainsi, huit heures, au fond de la moufle du fourneau à coupelle. Au bout de ce temps, le creuset étant froid, je l'ouvris et trouvai le charbon dans le même état où je l'avais mis ; mais pas un atome de bismuth : tout avait disparu ; la loupe ne laissait apercevoir aucune trace de matière métallique.

Cette expérience fut répétée, et quoiqu'elle donnât le même résultat, elle ne me parut pourtant point résoudre la question d'une manière bien positive ; car il n'était pas impossible que, dans le cas où le bismuth employé contînt effectivement du soufre et de l'arsenic, ces deux substances, en se volatilisant, n'eussent entraîné avec elles la totalité du bismuth. Je repris ces expériences de la manière suivante : je mis 200 grammes environ de bismuth en poudre ; je les traitai à chaud par un grand excès d'acide nitrique à 1261 de pesanteur spécifique

(30° de Baumé). Lorsque l'action parut nulle, je versai le tout dans un bocal et laissai déposer quelques jours : la liqueur étant parfaitement claire, je la soutirai au moyen d'une pipette bien sèche, et je la versai dans un autre bocal également bien sec et beaucoup plus grand. Cela étant fait, je précipitai au moyen d'un grand excès d'hydrosulfate de potasse pour en séparer l'arsenic qu'elle pouvait contenir, lequel, converti en acide arsénique par l'oxigène de l'acide nitrique, devait rester dans la liqueur combinée à la potasse (1) : quant au soufre, il avait dû être converti en acide sulfurique. Le sulfure de bismuth fut lavé par décantation jusqu'à ce que les liqueurs ne produisissent plus aucun changement dans le nitrate d'argent : dans cet état, je le séchai et le traitai de nouveau, d'abord à froid, ensuite à chaud, par suffisante quantité d'acide nitrique à 1261. Il y eut un grand dégagement de gaz acide nitreux et une chaleur considérable de produits. Lorsqu'il me parut ne plus y avoir d'action, je jetai sur un filtre ; la liqueur, bien claire, fut précipitée par une dissolution de sous-carbonate de potasse; et le carbonate de bismuth, bien lavé à l'eau distillée chaude, fut réduit au moyen de trois parties de charbon sur cent. J'obtins un petit culot aigre ; mais qui ne devait contenir ni arsenic ni soufre, ce dernier ayant été mis à nu, ou converti en acide sulfurique dans la dernière opération. Je pris un gramme de ce bismuth purifié, je le cémentai dans le charbon, de la

---

(1) Ce moyen a été proposé par M. Thenard pour déterminer les plus petites quantités d'arsenic existantes dans une mine quelconque. (*Annales de Chimie*, tome L, p. 122.)

même manière que je l'avais fait dans mes expériences sur le bismuth du commerce. Après trois heures seulement d'exposition, je retirai, et trouvai qu'il ne pesait plus que 665 millièmes, au lieu de 1000. Je l'exposai trois nouvelles heures, il ne pesait plus alors que 296 millièmes; je le remis même temps, et ayant ouvert le creuset, je trouvai le bismuth complètement volatilisé.

On peut donc conclure de ces expériences :

1°. Que si le bismuth doit son aigreur à quelques substances étrangères, ce n'est ni à la présence de l'arsenic ni à celle du soufre;

2°. Que le bismuth est complètement volatil sous le charbon, à une température d'environ 30° du pyromètre de Wegwood.

Observation *sur la Bile humaine, et sur la présence du picromel dans ce liquide.*

Par M. A. Chevallier.

MM. Orfila, Laugier et Caventou ayant constaté, dans des calculs biliaires humains, la présence du picromel, j'eus l'idée de chercher ce principe dans la bile, ne pouvant concevoir sa présence dans ces concrétions, s'il n'eût pas existé dans ce véhicule.

Le moyen que j'employai fut de traiter la bile cystique par l'alcool; ce réactif concréta l'albumine, qui, en se solidifiant, entraîna avec elle une partie de la matière jaune : je filtrai la liqueur, qui, distillée, fut trai-

tée par l'acétate de plomb. Le précipité fut séparé par la filtration.

La liqueur qui avait passé, saturée par le sous-acétate de plomb, laissa déposer des flocons qui, lavés, étaient solubles dans l'acide acétique (1) : je me servis de l'hydrogène sulfuré pour séparer le plomb, et j'évaporai la liqueur; elle me laissa pour résidu une matière qui présentait toutes les propriétés du picromel. Elle avait un goût amer, puis sucré; elle se dissolvait dans l'acide acétique, précipitait par le sous-acétate de plomb, attirait l'humidité de l'air, etc. La quantité de ce picromel était de 12 grains. La bile employée pesait une once; elle était verte, très-visqueuse, moussait par l'agitation.

Ne sachant si ce picromel se trouvait accidentellement dans cette bile, je résolus de répéter l'expérience sur d'autres biles. Pour cela, je me procurai des biles de sujets morts de diverses maladies : toutes m'en ont donné, mais en quantité différente.

Les biles contenant toutes une quantité plus ou moins grande de principes constituans, je me suis borné à présenter les quantités de picromel et d'eau des biles que j'ai examinées.

---

(1) Quand on a précipité le picromel, par le sous-acétate de plomb, de la liqueur dont on a séparé les autres principes de la bile par l'acétate ordinaire, il en reste une partie en suspension; on en détermine la précipitation par un peu de potasse.

1re EXPÉRIENCE.

Bile d'une femme morte de phthisie pulmonaire.

La bile avait une couleur jaune-fauve ; elle était peu chargée de principes. Sur 10 gramm., elle contenait :

Eau	9,8 ;
Produit de l'évaporation,	0,2.
	10,0.

Sur 12 grammes de cette bile, j'obtins un décigramme de picromel : c'est en opérant avec le plus grand soin, et en me servant de balances très-sensibles, que j'ai pu m'assurer du poids de ce principe en si petite quantité.

2me EXPÉRIENCE.

Bile d'une femme morte de la syphilis (avec complication).

Cette bile avait une couleur verte très-foncée ; elle a laissé déposer des calculs grumeleux, très-petits et couverts d'aspérités (1). Je me suis assuré, par l'évaporation, qu'elle contenait, sur 10 grammes :

Eau	7,8 ;
Produit solide,	2,2.
	10.

J'obtins de cette bile 36 centigrammes de picromel.

(1) L'analyse de ces calculs a démontré qu'ils étaient composés de résine verte, de matière jaune ayant subi un commencement d'altération, d'un atome de picromel, et de traces de matière azotée. La petite quantité ne m'a pas permis de donner les poids.

3me EXPÉRIENCE.

Bile d'un homme mort d'une fièvre bilieuse, avec complication de syphilis.

Elle était d'un jaune foncé et contenait :

Eau,	9 gram.	64 c.
Résidu,	»	36.
	10 gram.	

Sur 42 grammes, elle m'a donné 8 décigrammes de picromel. (C'est la seule bile qui m'en ait autant fourni.)

4me EXPÉRIENCE.

Bile d'une femme morte de la syphilis, avec complication de phthisie laryngée.

Cette bile avait une couleur verte très-intense; sur 10 grammes, elle contenait :

Eau,	7,0;
Résidu,	3,0.
	10.

32 grammes m'ont donné 3 décigrammes de picromel.

5me EXPÉRIENCE.

Bile d'une femme morte d'une fièvre ataxique.

Je ne pus m'assurer de la présence du picromel dans cette bile; car je n'en trouvai dans la vésicule du fiel qu'une très-petite quantité; elle était accompagnée d'un

calcul qui, privé d'eau, ma donné, par l'analyse, sur 100 parties :

Cholestérine,	96 (1);
Matière jaune,	3;
Perte,	1.
	100.

6me EXPÉRIENCE.

La bile d'un enfant asphyxié contenait des traces de picromel; mais je ne pus que m'assurer de sa présence. Le peu qu'il y en avait m'empêcha d'en constater la quantité.

Il reste à savoir si c'est aux diverses maladies dont sont morts les sujets desquels j'ai analysé la bile qu'est due la formation du picromel : pour s'en assurer, il faudrait examiner la bile d'un homme mort par accident. Cependant la bile employée dans la 6me expérience doit être regardée comme bile faisant exception aux premières.

D'après les conseils de M. Thenard, j'ai cherché le picromel dans la bile du vomissement : diverses expériences faites sur cette bile ne m'ont pas, dans leurs résultats, offert cette substance, malgré le soin que j'ai apporté dans mes recherches.

L'absence de cette matière dans les biles du vomissement ne pourrait-elle pas faire penser que la bile hépa-

(1) Cette cholestérine avait une couleur verdâtre; ce qui est dû à un peu de résine de la bile qui a été dissoute par l'alcool.

tique est différente de la bile cystique, ou que celle-ci en passant de la vésicule du fiel dans l'estomac, éprouve, dans cet organe, des modifications ?

Météore *lumineux observé à Cambridge.*

La seule particularité qui nous engage à faire mention de ce météore lumineux, c'est qu'il a été observé en plein jour.

Le professeur Clarke, de Cambridge, et quelques-autres personnes se promenaient, le 6 février dernier (1818), sur les *deux heures après midi,* tout près de l'Université, lorsqu'ils aperçurent, *dans la région du nord,* un météore lumineux fort large, qui descendait verticalement du zénith vers l'horizon, présentant ainsi l'image d'une matière lourde qui tomberait sur la terre par l'effet de la gravité. Le ciel était alors parfaitement clair, et le soleil brillait de tout son éclat (1). Le météore disparut avant d'avoir atteint les vapeurs dont l'horizon était chargé du côté du nord; par-tout il avait laissé, après lui, une traînée de points lumineux.

Ce météore a été vu, à la même heure, près de Swaffham, en Norfolk.

---

(1) Gassendi avait déjà observé des étoiles filantes, de jour et par un temps parfaitement serein. (*Voyez* sa *Physique*, liv. 2, chap. 7, § 3.)

Sur *des Gisemens remarquables du succin.*

« L'opinion la plus généralement répandue aujour-
» d'hui parmi les naturalistes, sur l'origine du succin,
» est que cette substance provient d'un suc résineux qui
» a coulé d'un arbre, et qui, enfoui dans la terre par
» l'effet de quelque bouleversement, s'est imprégné de
» vapeurs minérales et salines, et a pris, avec le temps,
» de la consistance ». (Haüy, *Minéral.*, tome III, page 235.)

Ce qui semblait donner du poids à l'opinion que nous venons d'énoncer, c'est que, le plus souvent, le succin avait été trouvé accompagné de bois fossile, ou parmi des mines de houille. Les journaux scientifiques ont annoncé, il y a quelque temps, que le comte Dunin Borkousky avait découvert des échantillons de cette même substance dans du grès. A cette occasion, un anonyme rapporte, dans *The Edimburg Montly magazine*, n° V, que, vers la fin de 1813, en parcourant les montagnes qui bornent la province de Santander, au nord de l'Espagne, il découvrit une masse considérable d'*ambre jaune* ou succin, incrustée *dans une roche calcaire*; et que l'union des deux corps était si intime, qu'il ne fut possible de détacher de petits fragmens de succin qu'en brisant la masse entière.

Sur *le Fer météorique.*

Le fer dont sont formés les couteaux de la nouvelle peuplade d'Esquimaux récemment découverte dans la baie de Baffin, a été analysé par M. Brande, qui y a reconnu, dit-on, $\frac{3}{100}$ de nickel. La présence du nickel est, comme on sait, le caractère le plus saillant de ces masses singulières de fer natif que les voyageurs ont trouvées, çà et là, dans toutes les régions de la terre, depuis les déserts glacés de la Sybérie jusqu'au milieu des steppes du Mexique, et qui, d'après leur composition, semblent devoir être assimilées aux aérolites. Un passage curieux du roman arabe d'*Antar*, dont la traduction vient d'être publiée à Londres, par M. Terrick Hamilton, montre que les Bédouins, dès le 8me siècle, avaient déjà songé à mettre en œuvre le fer météorique, et que, de plus, ils n'ignoraient pas que ce fer tombe de l'atmosphère. Dans le passage en question, on raconte, à Antar, qu'un berger, ayant voulu arrêter un chameau qui s'échappait, lui lança une pierre et le tua. Le propriétaire survint, chercha la pierre, l'examina attentivement, et reconnut que c'était *a thunderboldt* (une pierre de tonnerre). *Elle avait un aspect noirâtre et une dureté semblable à celle d'un roc; elle était, de plus, brillante et étincelante* (brilliant and sparkling). La pierre fut remise *à un forgeron* qui, dans l'espace de trois jours, en fit une épée de deux coudées de long et de deux *palmes* de large : cette épée joue ensuite un grand rôle dans le roman.

La fable de l'oiseau Rokh ne serait-elle pas l'indice des

opinions bizarres que les Arabes s'étaient formées sur le phénomène des aérolites. Ce peuple semblait supposer que le fameux oiseau Rokh (le même qui nourrit ses petits avec des éléphans et des rhinocéros) se trouvait dans le nuage qui lançait les pierres, les tenait dans ses serres, et que les détonnations dont le phénomène est ordinairement accompagné, étaient les cris de cet oiseau fabuleux. (*Voyez* les *Voyages de Sind-Bâd*, traduits par M. Langlès, page 76.)

Observations *thermométriques faites en pleine mer, entre le Groënland et le Spitzberg.*

Le capitaine Scoresby, dont nos lecteurs connaissent le rare mérite, s'était occupé avec une attention particulière d'observations thermométriques, durant les nombreux voyages qu'il avait faits dans les mers boréales. Il vient maintenant de réunir toutes ses observations, et d'en déduire les températures moyennes de l'air, pour chacun des mois de l'année pendant lesquels les bâtimens baleiniers naviguent dans les mers polaires. Dans la table qui suit, nous avons placé, comme terme de comparaison, les températures moyennes de Paris à côté de celles que M. Scoresby a déterminées. Les degrés du thermomètre sont centigrades.

Avril,	par 370 obs.	Lat. 70°. 0′;	temp. = − 10°,0.	Paris, temp.	= + 9°,7;
Mai,	956	77°.17′;	= − 5°,1.	Paris,	= + 13°,4;
Juin,	831	78°.15′;	= − 0°,4.	Paris,	= + 17°,0;
Juill.,	548	77°.18′;	= + 2,9.	Paris,	= + 17°,6.

Les 956 observations du mois de mai ont été recueillies en douze années; celles de juin en dix ans; et enfin, les 548 observations de juillet, dans sept voyages différens.

Si nous admettons que près du pole, ainsi qu'on l'observe dans nos climats, la température moyenne du mois d'avril représente à-peu-près celle de l'année entière, on aura, comme on voit, pour la valeur de cet élément *au* 70me *degré de latitude nord et en pleine mer*, — 10°,0 centigrades.

Table *détaillée de la mortalité à Paris, en* 1817.

Nous avons déjà inséré, dans le Cahier précédent, le mouvement de la population de Paris en 1817, pour satisfaire au desir que plusieurs de nos abonnés ont témoigné de trouver de temps à autre, dans ce journal, ceux des résultats statistiques obtenus dans diverses contrées de l'Europe, sur lesquels il est permis de compter. Il nous a semblé que la table suivante, où la mortalité à Paris, en 1817, se trouve indiquée par âges et par sexes, pourrait aussi intéresser les lecteurs. Le principal mérite d'une pareille table étant l'exactitude, il ne sera pas inutile d'ajouter qu'elle nous a été fournie directement par la Préfecture du Département de la Seine. Dans un des plus prochains Cahiers, nous donnerons également, d'après des documens authentiques, un aperçu des consommations annuelles de la capitale.

MORTALITÉ

Par distinction d'âges et de sexes.

AGES DE LA VIE.		SEXES masculin.	SEXES féminin.	TOTAL.
Enfans	dans les 3 premiers mois.	1709	1333	3042
	de 3 à 6 mois	211	163.	374
	de 6 à 12	360	342	702
	1re année	2280	1838	4118
	de 1 à 2 ans.	708	673	1381
	de 2 à 3	355	325	680
	de 3 à 4	216	231	447
	de 4 à 5	170	141	311
	de 5 à 6	123	136	259
	de 6 à 7	134	135	269
	de 7 à 8	71	67	138
	de 8 à 9	72	67	139
	de 9 à 10	72	62	134
Adolescens	de 10 à 15	236	268	504
Adultes	de 15 à 20	431	388	819
	de 20 à 25	609	455	1064
	de 25 à 30	358	436	794
	de 30 à 35	373	408	781
	de 35 à 40	282	393	675
	de 40 à 45	290	460	750
	de 45 à 50	339	477	816
	de 50 à 55	471	471	942
	de 55 à 60	487	404	891
Sexagénaires	de 60 à 65	617	542	1159
	de 65 à 70	556	558	1114
Septuagénaires.	de 70 à 75	465	583	1048
	de 75 à 80	324	517	841
Octogénaires.	de 80 à 85	190	330	520
	de 85 à 90	81	125	206
Nonogénaires	de 90 à 95	18	27	45
	de 95 à 100	2	5	7
Centenaires		»	»	»
		10,330	10,522	20,852
		20,852.		

Extrait *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 22 *novembre* 1818.

Le Ministre de l'Intérieur invite l'Académie à présenter un candidat pour la place vacante à l'école de Pharmacie.

M. Coste, lieutenant d'artillerie, adresse un *Mémoire sur la Géométrie de situation.*

M. Pattu présente un *nouveau baromètre* de son invention, sur lequel il sera fait un rapport.

L'Académie va au scrutin pour la nomination de deux correspondans dans la section de Botanique. MM. Smith et Kunth sont élus.

Le général Brisbane a été ensuite nommé pour remplir, dans la section d'Astronomie, la place de correspondant vacante par la mort de M. Ferrer.

M. Berthollet fait un rapport sur un Mémoire de M. Houtou-Labillardière relatif à *un nouvel acide qui se produit pendant la calcination de l'acide mucique.*

Il serait inutile de donner une analyse du rapport, puisque le Mémoire lui-même fait partie de ce Cahier; nous dirons toutefois qu'il est terminé par le paragraphe suivant :

« On reconnaît, dans le Mémoire de M. Houtou-
» Labillardière, non-seulement un élève d'une excel-
» lente école; mais un chimiste qui sait employer avec
» habileté les ressources de l'analyse. Nous pensons que
» ce Mémoire mérite d'être imprimé dans le *Recueil des*
» *Savans étrangers.* »

M. Thenard lit un *Mémoire sur l'Influence de l'eau dans la formation des acides oxigénés.* (*Voyez* le Cahier de novembre.)

Au nom d'une commission, M. Dupin lit un *Rapport sur les nouvelles machines que M. Hubert a fait exécuter dans l'arsenal de Rochefort.*

La première partie du rapport est relative au martinet dont M. Hubert se sert pour forger les plus grosses pièces d'assemblage. Nos lecteurs ne seront pas fâchés de voir ici comment cet habile ingénieur est parvenu à déterminer la valeur de la journée moyenne d'un forgeron, et les circonstances dans lesquelles cette valeur atteindrait son *maximum.*

« Il fallait d'abord évaluer le nombre de coups de » marteau qui représentent la journée moyenne d'un » forgeron. Pendant une année entière, M. Hubert a » fait tenir compte du temps que les forgerons de l'ar- » senal de Rochefort ont mis, chaque jour, à forger le » fer, et du nombre de coups frappés par chaque » homme (1).

» Il fallait ensuite déterminer la force moyenne d'un » coup de marteau. Voici comment y est parvenu » M. Hubert. Dans une matrice conique faite avec beau- » coup de précision, il a coulé un très-grand nombre

(1) La journée moyenne est pour l'ouvrier, faisant, à bras tendus, décrire un cercle à son marteau, de 1694 coups en vingt chaudes, qui durent en tout deux heures deux minutes; et pour l'ouvrier frappant à la manière ordinaire en avant de lui, cette journée est de 2259 coups en cinquante chaudes durant deux heures vingt minutes.

» de plombs tout pareils et ayant la forme exacte d'un » cône tronqué (1). Ensuite il a fait présenter successi- » vement et rapidement ces plombs sur le milieu d'une » grosse enclume en fer. Dix forgerons, armés d'un » marteau pesant $7^{\text{kilog.}},65$, ont chacun frappé d'un seul » coup cent de ces plombs, en faisant décrire à leur » marteau la circonférence d'un cercle, comme s'ils » avaient eu à forger une grosse pièce de fer. Ensuite » les mêmes forgerons ont de même frappé tour-à-tour » cent plombs différens, en tenant leur marteau des » deux mains, et ne lui faisant décrire qu'environ un » sixième de circonférence de cercle, comme cela se » pratique dans les petits travaux de forge.

» Pour avoir la force moyenne des mêmes hommes » dans une journée, on leur faisait frapper à chacun » vingt-cinq plombs au commencement, et vingt-cinq à » la fin de leur travail, le matin et le soir : en tout, » cent plombs par homme et par jour.

» Avec un instrument propre à grandir quinze fois » les mesures et à donner des variations d'épaisseur » de $\frac{1}{60}$ de millimètre, M. Hubert a déterminé l'apla- » tissement de chacun de 2000 plombs, qui avaient » conservé quelque régularité dans le battage. Il en a » conclu l'aplatissement moyen produit sur un seul » plomb par un seul coup de marteau, suivant les deux » manières de s'en servir.

---

(1) La hauteur du tronc de cône était $0^{\text{mèt.}},0222$; les grands et petits diamètres $0^{\text{m}},0198$ et $0^{\text{m}},019$; le poids de chaque plomb était de 75 grammes.

» Ensuite il a pris un cylindre de fer ayant le même
» poids que le marteau, et terminé à sa base inférieure
» par une tête plate des mêmes dimensions que la tête de
» cet outil. Il a placé verticalement au-dessus de l'en-
» clume une règle graduée ayant 12 mètres de lon-
» gueur. Au haut de cette règle on a fixé un rouet sail-
» lant sur lequel on a fait passer une petite corde ser-
» vant à élever plus ou moins le cylindre de fer, et
» dirigée suivant l'axe vertical de ce cylindre.

» On a tracé sur le milieu du cylindre une ligne cor-
» respondant à la hauteur de son centre de gravité. C'est
» cette ligne qu'on a élevée, par le moyen de la règle
» graduée, à telle hauteur précise qu'on a voulu au-
» dessus de l'enclume.

» En coupant, sans secousse, la petite corde qui tenait
» le cylindre, on a donc pu le faire tomber librement et
» de toute la hauteur rigoureusement déterminée.

» La règle était divisée de $\frac{1}{3}$ de mètre à $\frac{1}{3}$ de mètre;
» ce qui donnait trente-six hauteurs différentes. Afin
» de compenser les irrégularités inévitables dans toutes
» espèces d'expériences, on a, pour chaque tiers de
» mètre d'augmentation dans la hauteur de la chute,
» frappé successivement dix plombs par la chute libre du
» cylindre, de la même manière qu'on bat des pieux
» avec un mouton.

» Au moyen de l'instrument qui a donné, en soixan-
» tièmes de millimètre, l'aplatissement des plombs battus
» à la manière ordinaire, on a pareillement déterminé
» l'aplatissement des plombs battus au cylindre. Pour
» régulariser ensuite les moyennes de ces battues avec des
» chutes de différentes hauteurs, M. Hubert a pris pour

» abscisses les diminutions d'épaisseur des plombs, et » pour ordonnées les hauteurs de chute du cylindre qui » ont produit ces aplatissemens. La courbe régulière qui » passe entre les points déterminés ainsi par l'expé- » rience, est une courbe du genre hyperbolique, diffé- » rant peu de l'hyperbole ordinaire, et plus ou moins » ouverte, suivant que le poids du cylindre est plus » petit ou plus grand.

» . . . . . Au moyen de la courbe correspondante au » cylindre d'un poids égal au marteau ordinaire, » M. Hubert détermine la hauteur de laquelle il faudrait » laisser tomber librement ce marteau, pour qu'il pro- » duisît un choc d'égale force avec le coup de marteau » moyen du forgeron travaillant à bras déployés, comme » dans les grands ouvrages de forge, ou à petits coups » en avant de lui, comme dans les moindres ouvrages. » Cette force moyenne, multipliée par le nombre de » coups de marteau qui composent une journée moyenne, » donne, pour le travail total d'un ouvrier, dans le pre- » mier cas, 64981 kilogrammes élevés à un mètre; et » dans le second, 66560 kilogrammes.

» Coulomb a trouvé que la quantité de travail d'un » ouvrier ordinaire, estimée en poids élevés à un mètre, » est de 205000 kilogrammes lorsqu'il monte librement » un escalier; de 116000 lorsqu'il agit sur une mani- » velle, et de 75200 lorsqu'il tire pour battre un » mouton.

» Ainsi l'action des forgerons est, dans les deux ma- » nières de forger, inférieure à toutes celles examinées » par Coulomb. Il serait donc préférable d'appliquer la » force des hommes, suivant les manières calculées par

» ce célèbre physicien, et de faire battre le fer par des
» machines. On n'aurait à déduire que les frottemens,
» pour évaluer rigoureusement ce qu'on gagnerait par
» cette manière d'opérer.

» Le moyen le plus avantageux serait de faire monter
» librement les hommes dans une roue à tympan. Le
» moins désavantageux ensuite serait de leur faire tour-
» ner une manivelle. Le moins bon de tous, et pour-
» tant encore préférable au travail ordinaire, serait de
» faire tirer les ouvriers à la corde comme pour agir
» sur un mouton. Des raisons de localités et d'économie
» ont forcé M. Hubert à préférer ce dernier moyen pour
» faire agir son martinet. »

L'étendue que nous avons donnée à cet article ne nous permettra pas de parler aujourd'hui des machines que M. Hubert a imaginées pour travailler les fils dont se composent les cordages : aussi bien serait-il difficile de le faire convenablement sans le secours de figures.

La section de Mécanique présente, en comité secret, la liste suivante de candidats pour la place de correspondant vacante dans son sein : MM. Hubert, à Rochefort; Manoury-d'Hectot, à Caën; Brunel, à Londres; Cachin, à Cherbourg; Rennie, à Sherness; Talfort, à Londres. Leurs titres sont discutés.

Séance du lundi 30 *décembre.*

M. Dartigue annonce que son balancier hydraulique, sur lequel il avait été fait un rapport à l'Académie, est exécuté en grand dans sa fabrique de Vonêche, sur la route de Nancy à Colmar.

Une nouvelle machine hydraulique de M. Ducrest est renvoyée à l'examen d'une commission.

M. Percy rend un compte verbal de plusieurs ouvrages nouveaux.

L'Académie va au scrutin pour la nomination d'un correspondant dans la section de Mécanique. M. Hubert réunit la majorité des suffrages.

M. Ivart lit un Mémoire d'Agriculture intitulé : *Examen de la terre de Randane, en Auvergne.*

La section de Botanique présente la liste suivante de candidats pour la place vacante à l'école de Pharmacie : MM. Houtou-Labillardière, Clarion et Lemaire de Lisancourt.

Séance du lundi 7 décembre.

M. Cuvier lit une lettre venant de Calcutta, qui contient la description d'un *tapir* de l'ancien continent, pris par des Malais, et qui est maintenant à la ménagerie du gouverneur général de l'Inde.

On procède à l'élection d'un candidat pour la place de professeur adjoint de botanique à l'école de Pharmacie. M. Clarion réunit la majorité des suffrages.

M. Cuvier présente le programme du prix de physiologie. (*Voyez* plus bas.)

M. Hallé lit un rapport sur le *Mémoire* de M. Gondret *relatif à l'usage du vide en médecine.*

« M. Gondret entend par le vide dont il conseille » l'emploi, les *ventouses* dont en effet la manière d'agir » dépend de la soustraction de l'air dans la capacité d'un » vase appliqué par son orifice sur un point quel- » conque de la surface du corps. Cette soustraction se » fait ou à l'aide de la chaleur qui chasse un portion de

» l'air en le dilatant, suivie du refroidissement qui en
» réduit ensuite le volume; ou par la vaporisation d'une
» petite quantité d'un liquide tel que l'alcool ou l'éther
» que l'on enflamme, et qui se réduit encore davantage
» en se refroidissant; ou par une force de pompe pneu-
» matique, etc..... De quelque manière que s'exécute
» l'opération, la surface de la peau sur laquelle le vase
» est appliqué tend à remplir le vide fait, et s'élève en
» se tuméfiant dans la cavité de ce vase. Les vaisseaux et
» les alvéoles du tissu sous-cutané se dilatent en même
» temps, et appellent dans leurs canaux et leurs espaces
» développés une plus grande quantité de liquides, et
» de proche en proche, ces liquides sont soustraits aux
» parties voisines. »

A quelle profondeur s'étend cette influence de l'effet des ventouses ? L'observation seule peut le faire connaître. M. Gondret annonce avoir obtenu des résultats avantageux en portant quelquefois les ventouses sur des parties très-distantes des lieux affectés. Ce moyen de guérison n'est pas nouveau; mais l'usage en a été bien long-temps négligé parmi nous. L'attention des médecins rapportée sur ce point doit être récompensée par des observations importantes. Les commissaires ont jugé que le travail que M. Gongret a présenté à ce sujet est digne de l'approbation de l'Académie.

M. Nicollet lit un *Mémoire sur la libration de la lune.* (Une commission en rendra compte.)

M. Pelletier commence, en son nom et en celui de M. Caventou, la lecture d'un *Mémoire sur le nouvel alcali végétal* qu'ils ont trouvé dans la noix vomique et la fève de Saint-Ignace.

Séance du lundi 14 décembre.

M. Cuvier donne communication d'une Note de M. d'Hombres-Firmas, maire d'Alais, *sur l'asphalte et les pétrifications d'Auzon, département du Gard.*

On lit une lettre de M. Chevreul où ce chimiste annonce avoir retrouvé dans les baies du *viburnum opulus* l'acide particulier qu'il avait découvert dans le *delphinus globiceps.*

M. Charles fait un rapport *sur la lampe de Carcel, perfectionnée par* MM. Gagneau et Brunet. (Il serait difficile de donner ici, et sans le secours de figures, une description intelligible du nouveau mécanisme que MM. Gagneau et Brunet ont substitué aux rouages de la lampe de Carcel; mais nous le ferons connaître en détail prochainement.)

On lit une Note de M. le marquis Ducrest intitulée : *Explication sommaire d'une nouvelle machine pour élever l'eau.* Cette Note, et le Mémoire plus étendu qui l'accompagne, sont renvoyés à l'examen d'une commission.

M. Pelletier continue la lecture de son *Mémoire sur l'analyse de la fève Saint-Ignace.* Un rapport sera fait à ce sujet.

Des commissaires rendront également compte de deux Mémoires que M. Dutrochet a lus : l'un *sur l'organisation des pucerons*, et l'autre *sur la place qu'occupent les branchies de certains reptiles.*

Séance du lundi 21 décembre.

M. Loiseleur-Deslonschamps présente un manuscrit ayant pour titre : *Manuel des Plantes usuelles et indi-*

gènes. Une commission prise dans la section de Botanique rendra compte de cet écrit.

Plusieurs ouvrages de statistique sont renvoyés aux commissaires que l'Académie a chargés de décerner le prix fondé récemment par un anonyme.

M. Ivart continue la lecture du Mémoire où il examine la situation agricole des environs des monts Dores, en Auvergne, et les moyens propres à améliorer cet état.

M. Cachin présente un Mémoire fort étendu *sur la construction des digues de Cherbourg.* Nous ferons connaître ce travail lorsque les commissaires nommés par l'Académie auront fait leur rapport.

M. Cauchy lit un *Mémoire sur l'Intégration générale des équations aux différences partielles du premier ordre en nombre quelconque de variables indépendantes.*

Séance du lundi 28 décembre.

M. Latreille fait un rapport sur le Mémoire de M. Dutrochet *relatif à la génération des pucerons.*

« Saisissez, dit Bonnet, un petit (puceron) à sa nais-
» sance; renfermez-le à l'instant dans la solitude la plus
» parfaite, et pour mieux assurer sa virginité, poussez
» les précautions jusqu'au scrupule. Devenez pour lui
» un argus plus vigilant que celui de la fable. Quand le
» petit solitaire aura pris un certain accroissement, il
» commencera d'accoucher, et, au bout de quelques
» jours, vous le trouverez au milieu d'une nombreuse
» famille. Faites sur un des individus de cette famille
» la même expérience que vous avez tentée sur le chef;

» le nouvel ermite multipliera comme son père, et
» cette seconde génération élevée en solitude ne sera
» pas moins féconde que la première : répétez l'expé-
» rience de génération en génération ; ne relâchez rien
» de vos soins, de vos précautions, de votre défiance ;
» poussez, si votre patience le permet, jusqu'à la neu-
» vième génération, et toutes vous donneront des
» vierges fécondes ».

Ce phénomène étrange a été expliqué de deux manières : ou en supposant que les pucerons femelles sont réellement hermaphrodites, ou en disant avec Trembley, que l'action fécondante du mâle étend son influence sur un nombre indéterminé de générations successives de femelles, au lieu d'être bornée, comme à l'ordinaire, à une seule portée. M. Dutrochet avait discuté les deux opinions, et présentait ses expériences comme établissant, d'une manière certaine, que les pucerons vivipares sont de véritables hermaphrodites. Il ne paraît pas néanmoins que ses argumens, sous ce rapport, soient entièrement concluans ; ce qui n'empêche pas que son Mémoire, où l'on trouve une description circonstanciée de l'organisation intérieure du puceron, ne soit très-remarquable. Le puceron le plus grand que M. Dutrochet ait pu soumettre à son examen (c'est celui qui vit sur la chicorée sauvage) n'avait que *trois millimètres* de longueur sur *un millimètre et demi* dans sa plus grande largeur. Cependant il a reconnu que le canal alimentaire a la même conformation dans les deux sexes. Il consiste en un tube d'une extrême finesse à l'œsophage, plus large dans le reste de son étendue, et deux fois replié sur lui-même. M. Dutrochet n'a point aperçu

de vaisseaux biliaires. L'ovaire de la femelle est divisé en six branches ou trompes qui aboutissent au même point de l'oviductus. Vues au microscope, ces branches offrent intérieurement des fœtus d'autant plus avancés qu'ils sont plus voisins de l'oviductus. Ils sont tous jaunâtres, demi-transparens, avec des yeux distincts et une forme prononcée ; tous ont le derrière tourné sur l'oviductus : aussi ces insectes naissent-ils à reculons, fait qui avait déjà été observé. Les fœtus les plus éloignés ne paraissent être que des œufs, et sont d'autant plus petits qu'ils s'approchent davantage de l'extrémité des branches. M. Dutrochet décrit aussi l'organisation des individus reconnus pour mâles ; mais l'espace dont nous pouvons disposer ne nous permet pas de donner ici de plus grands détails.

M. Dutrochet lit deux nouveaux Mémoires : l'un *sur l'histoire de l'œuf avant la ponte*, et l'autre *sur le développement des plumes et des poils.* Nous les ferons connaître après que les commissaires auront fait leur rapport.

Lettre *aux Rédacteurs sur un moyen de rendre le verre moins cassant.*

« Messieurs,

» L'expérience, maintes fois répétée, m'a prouvé qu'un gobelet de verre mis d'abord dans de l'eau froide, et chauffé ensuite jusqu'à l'ébullition, peut, par cela seul et après s'être lentement refroidi dans la même eau, supporter, sans se casser, les changemens de température

les plus subits, depuis la température de l'atmosphère, tel froid qu'il fasse, jusqu'à celle de l'eau bouillante.

» J'ai souvent rempli subitement d'eau bouillante un verre ainsi préparé, qui avait passé la nuit sur une table de marbre dans une chambre sans feu, lorsque le thermomètre de Réaumur marquait jusqu'à 10 degrés au-dessous de glace, sans que pour cela il se cassât.

» Il me paraît probable que le même procédé produirait un semblable effet sur des verres à quinquet. Je n'ai point eu occasion de l'essayer; mais c'est une expérience fort simple, peu coûteuse, et à la portée de tout le monde.

» J'observerai seulement qu'en faisant bouillir les verres, il est bon de les séparer par un peu de paille ou autre corps semblable, pour empêcher qu'ils ne se brisent en se heurtant, soit l'un contre l'autre, soit contre le fond du vase, en conséquence du mouvement qui leur sera imprimé par le bouillonnement de l'eau.

» Si le verre doit être exposé, par la suite, à des températures plus élevées que celle de l'eau bouillante, on pourra charger l'eau d'un sel, ou se servir d'huile.

» Je n'ignore pas que cet exposé peut ne contenir rien de neuf pour certaines personnes; mais il est très-probable que beaucoup d'autres n'y ont pas pensé; et si vous croyez, Messieurs, que sa publication puisse être utile, je vous prie de vouloir bien le consigner dans vos *Annales*.

» J'ai l'honneur d'être, etc.

» D..., *citoyen des Etats-Unis* ».

Résumé *des Observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Paris en* 1818.

Tableau de la marche moyenne du thermomètre et de l'hygromètre.

NOMS des mois.	TEMPÉRATURES moyennes.	TEMPÉRATURE moyenne des caves.	ÉTAT MOYEN de l'hygromètre, à trois heures après midi.
Janvier. .	+ 4°,3	12°,070	70°.
Février. .	+ 3,9	12,075	80.
Mars. . .	+ 6,5	12,070	73.
Avril. . .	+ 11,4	12,071	65.
Mai. . . .	+ 13,7	12,072	62.
Juin . . .	+ 19,2	12,078	57.
Juillet . .	+ 20,1	12,086	58.
Août. . .	+ 18,2	12,086	56.
Septembre.	+ 15,7	12,086	63.
Octobre .	+ 11,7	12,083	66.
Novembre.	+ 9,1	12,086	80.
Décembre.	+ 2,1	12,086	82.
Moyennes.	+ 11°,32	12,079	72.

Les degrés de température, dans cette table, appartiennent à l'échelle centigrade.

La température moyenne, en 1818, est supérieure de près de 1° à celle de 1817, et de 2° à la température de 1816. Il faudrait remonter jusqu'à 1811 pour trouver un résultat aussi fort que dans l'année qui vient de s'écouler.

Les mois d'avril et d'octobre sont, comme d'habitude, ceux qui donnent les résultats les plus rapprochés de la moyenne annuelle.

Si on remonte aux observations partielles dont la table précédente offre seulement le résumé, et qu'on compare les températures moyennes de neuf heures du matin à celles des mois correspondans, on trouvera que les premières étaient supérieures aux secondes de plus d'un degré, en mai, juin, juillet, août et septembre; qu'elles étaient inférieures d'environ un degré, en février, octobre, novembre et décembre; et qu'enfin, en janvier, mars et avril, il n'y avait entre la moyenne déduite des *maximas* et *minimas* journaliers et celle de neuf heures du matin, que des différences insensibles. On peut donc, dans nos climats, calculer assez exactement la température moyenne de l'année d'après les seules observations de huit ou neuf heures du matin.

Les extrêmes de la température, en 1818, à l'ombre et au nord, ont été : $-6^{\circ},4$ le 27 décembre, et $+34^{\circ},5$ le 24 juillet.

Le thermomètre placé dans les caves, à 85 pieds de profondeur, n'a pas varié, en 1818, de plus de $\frac{2}{100}$ de degrés; la moyenne de ce thermomètre est de $12^{\circ},079$: plus faible par conséquent qu'en 1817 de $\frac{7}{1000}$ de degré. Il faut retrancher de ce résultat $0^{\circ},38$, à cause d'une erreur dans la graduation, que nous avons reconnue en 1817; ce qui réduira la température moyenne des souterrains à $+11^{\circ},70$ centigrades.

Notre hygromètre de Saussure étant placé en plein air, a besoin d'être renouvelé tous les ans. Les observations d'une même année sont comparables entre elles;

mais il serait très-possible que, d'une année à l'autre, on trouvât, dans les moyennes, des différences de 4° ou 5° dépendantes uniquement des défauts inévitables de la graduation. Les tableaux détaillés de chaque mois feront connaître l'état de cet instrument pour quatre époques distinctes de la journée : dans le résumé qui précède, nous n'avons rapporté que les moyennes de 3 heures après midi. On n'ignore pas que cette époque est, en général, celle de la plus grande sécheresse.

Tableau des variations extrêmes du thermomètre en 1818.

MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCES.
Janvier . .	+ 12°,2	— 4°,7	16°,9
Février . .	+ 12,5	— 4,5	17,0
Mars . . .	+ 14,6	— 1,5	16,1
Avril . . .	+ 21,8	— 0,7	22,0
Mai	+ 21,8	+ 6,0	15.8
Juin	+ 29,7	+ 7,4	22,3
Juillet. . .	+ 34,5	+ 10,2	24,3
Août. . . .	+ 31,5	+ 8,7	22,8
Septembre.	+ 28,0	+ 5,7	22,3
Octobre . .	+ 20,0	+ 1,8	18,2
Novembre.	+ 17,0	— 0,1	17,1
Décembre.	+ 10,8	— 6,4	17,1

On voit, par cette table, que les mois les plus chauds de l'année sont ceux où le thermomètre éprouve les plus grandes variations.

Tableau de la marche moyenne du baromètre en 1818.

MOIS.	9 heures du matin.	Midi.	3 heures du soir.	9 heures du soir.
Janvier. .	758mm,49	758mm,14	757mm,63	758mm,06
Février. .	754,60	754,14	753,24	753,71
Mars. . .	753,50	753,16	752,39	753,04
Avril. . .	750,67	750,26	749,61	750,10
Mai. . . .	753,37	752,84	752,30	753,04
Juin. . . .	758,69	758,49	757,87	757,79
Juillet. . .	758,71	758,34	757,86	758,34
Août. . .	757,73	757,55	757,01	757,40
Septembre.	754,39	754,12	753,56	753,89
Octobre .	756,40	756,27	755,61	756,22
Novembre.	755,91	755,79	755,43	755,99
Décembre.	760,90	760,64	760,16	760,51
Moyennes.	756,11	755,81	755,22	755,67

Nos lecteurs savent déjà que ce résumé a pour objet principal de faire ressortir l'existence de la marée atmosphérique diurne, et d'en donner la valeur moyenne. Si les heures des *maximas* et des *minimas* du baromètre étaient bien exactement, et en toutes saisons, celles que nous avons adoptées, on pourrait conclure de la table précédente et des résultats analogues qui nous ont été fournis par les observations de 1816 et de 1817, qu'à Paris, la période descendante diurne du matin n'est pas tout-à-fait d'un millimètre, et que le mouvement ascensionnel du soir est même encore un peu plus petit. Sous

les tropiques, l'oscillation journalière du baromètre égale au moins deux millimètres, suivant M. de Humboldt : on pourrait donc croire qu'elle diminue d'amplitude à mesure que l'on s'éloigne de l'équateur ; mais cette question mérite un examen plus approfondi. Nous aurons, du reste, bientôt l'occasion de nous en occuper de nouveau.

Puisque les hauteurs barométriques qui correspondent aux diverses heures du jour diffèrent sensiblement l'une de l'autre, il semble que, pour déterminer la pression moyenne de l'atmosphère dans un lieu donné, il sera indispensable de combiner ensemble les *maximas* de 9 heures du matin, et les *minimas* de 3 heures du soir ; mais il arrive heureusement que les hauteurs de midi fournissent directement ces moyennes. La différence, dans les trois années qui viennent de s'écouler, ne s'élève guère qu'à $\frac{1}{10}$ de millimètre, dont la hauteur barométrique de midi *a constamment surpassé* la demi-somme des extrêmes.

La plus grande hauteur du baromètre, en 1818, a été observée le 19 janvier, à 9 heures du soir. Réduite à *zéro* de température, elle était de $772^{mm},68$. La moindre élévation a eu lieu le 2 février, à 3 heures du soir. Réduite à *zéro*, elle donne $728^{mm},92$.

Nous n'avons pas besoin d'avertir que, dans le tableau qui précède, comme dans ceux qui correspondent aux douze mois de l'année, toutes les hauteurs barométriques ont été réduites à *zéro* de température, en prenant $\frac{1}{5412}$ pour le coefficient de la dilatation du mercure.

Tableau des oscillations extrêmes du baromètre en 1818.

MOIS.	MAXIMUM.	MINIMUM.	DIFFÉRENCES.
Janvier. . .	772^{mm},68	739,44	33^{mm},24
Février . .	764,68	728,92	35,76
Mars. . . .	766,82	736,88	29,94
Avril. . . .	764,53	734,64	29,89
Mai	763,26	742,60	20,66
Juin. . . .	763.98	749,82	14,16
Juillet. . .	763,94	752,50	11,44
Août . . .	763,81	751,07	12,74
Septembre.	766,11	744,02	22,09
Octobre . .	767,04	744,04	23,00
Novembre.	770,09	739,91	30,18
Décembre .	770,52	746,83	23,69

Le lecteur remarquera aisément que les oscillations totales du mercure dans le baromètre, en juillet et août, ne sont guère que le tiers de celles qu'on a observées en janvier et février. Ce fait important sera utile aux physiciens qui chercheront, dans la suite, à apprécier avec exactitude les causes d'où dépendent les variations barométriques.

Tableau de la quantité de pluie qui est tombée, en 1818, à l'Observatoire royal, tant sur la plate-forme, à 30 mètres du sol, que dans un récipient semblable placé dans la cour, 27 mètres plus bas.

NOMS des mois.	PLUIE sur la plate-forme en centimètres.	PLUIE dans la cour en centimètres.	NOMBRE de jours de pluie.
Janvier. .	4,552	5,232	17
Février. .	3,270	5,393	7
Mars. . .	6,445	8,152	20
Avril. . .	6,618	7,060	18
Mai . . .	4,600	4,908	12
Juin . . .	2,240	2,356	7
Juillet . .	1,615	1,771	4
Août. . .	2,550	2,870	6
Septembre.	5,521	5,887	16
Octobre .	1,405	1,625	9
Novembre.	3,170	3,995	9
Décembre.	1,211	1,510	4
Sommes.	43,197	51,759	129

La table précédente montre que deux récipiens parfaitement semblables et placés dans le même lieu, reçoivent des quantités de pluie fort inégales dès qu'ils ne sont pas sur la même ligne de niveau. En 1818, la différence s'est élevée à $8^{c},562$, quoique la distance verticale des deux vases ne fût que de 27 mètres. Cette quantité est environ la sixième partie de l'eau recueillie dans le récipient inférieur.

En examinant attentivement et un à un, les nombres dont

nous venons de donner les moyennes, on voit qu'en général leur différence est d'autant plus grande que le vent a été plus fort. Toutefois cette règle n'est pas sans exceptions, et des causes, autres que le vent, paraissent aussi concourir à l'effet observé. Voici quelques exemples :

	Plate-forme.	Cour.		
Le 6 janv.	0c,720	0c,965	pluie fine, brouill. épais.	V Ouest.
10 janv.	0,050	0,040	pluie fine, brouillard.	Vt Sud.
11 janv.	0,430	0,505	pluie par intervalles.	Vt Ouest.
14 janv.	0,020	0,030	petite pluie.	Vt Sud-ouest.
17 janv.	0,296	0,302	petite pluie.	Vt S. O fort.
18 janv.	0,050	0,050	petite pluie.	Vt O. S. O.
1er févr.	0,250	0,590	eau de neige.	Vt S. E.
7 févr.	0,445	0,585	eau de neige.	Vt E.
22 févr.	0,750	1,160	pluie par intervalles.	Vt S.O. très-fort.
6 mars.	0,510	0,830	pluie par intervalles.	Vt S.O. très-fort.
12 mars.	0,095	0,110	pluie par intervalles.	Vt O. fort.
26 mars.	0,610	0,850	pluie par averses.	Vt O. très-fort.
30 avril.	2,060	2,060	pluie abondante.	Vt O.
18 juin.	1,185	1,205	forte averse.	Vt O. S. O.
22 septem.	1,700	1,715	pluie abondante.	Calme.
25 septem.	0,920	0,920	pluie et brouillard.	Calme.
4 octob.	0,545	0,575	averse.	Vt S. O. fort.
17 octob.	0,000	0,080	eau de brouillard.	Vt S. E.
6 novem.	0,035	0,085	petite pluie et brouillard.	Vt S.
22 novem.	0,098	0,146	eau de brouillard.	Vt E. très-faibl.
19 décem.	0,045	0,080	eau de brouillard.	Vt N. E.

Etat des vents à Paris en 1818.

Mois.	Nord.	Nord-E.	Est.	Sud-Est.	Sud.	Sud-Ouest.	Ouest.	Nord-O.
Janv.	0	2	0	1	7	12	5	4
Févr.	3	1	3	2	8	6	5	0
Mars	2	1	2	1	5	11	8	1
Avril	1	6	1	6	7	7	0	2
Mai	2	8	3	1	7	5	4	1
Juin	3	4	6	1	2	4	7	3
Juil.	5	5	5	0	2	1	5	8
Août	2	6	6	1	0	0	5	11
Sept.	2	0	0	5	6	8	6	3
Oct.	0	2	4	15	4	5	1	0
Nov.	0	1	4	4	6	6	6	3
Déc.	3	11	4	1	9	2	0	1
Somm.	23	47	38	38	63	67	52	37

Lorsque le vent a changé plusieurs fois de direction dans le même jour, on a inscrit dans la table celui qui a régné pendant le plus grand nombre d'heures.

Etat du ciel.

Il y a eu, cette année, à Paris :

129 jours de pluie ;
8 jours de neige ;
14 jours de grêle ou grésil ;
62 jours de gelée ;
13 jours de tonnerre ;
et 152 jours où le ciel a été totalement couvert.

Déclinaison et Inclinaison de l'aiguille aimantée en 1818.

La déclinaison de l'aiguille aimantée, les 8 et 15 octobre 1818, à deux heures après midi, était de 22°.21′,6 à l'orient.

L'inclinaison, le 11 juillet 1818, entre onze heures et deux heures après midi, était de 68°.35′.

Ces observations ont été faites dans le jardin de l'Observatoire royal. Pour la déclinaison, on s'est servi de deux aiguilles différentes, qui, du reste, ont donné l'une et l'autre le même résultat. L'inclinaison a été mesurée à l'aide d'une excellente boussole de Gambey. Il est presque inutile d'ajouter que j'ai retourné les poles des aiguilles pour compenser les effets des défauts d'équilibre.

Tremblemens de terre en 1818.

Nous avons formé la table suivante en compulsant les feuilles quotidiennes. L'utilité de pareils recensemens n'est pas douteuse. Il est clair, par exemple, que si les rédacteurs des journaux scientifiques avaient pris la peine de recueillir, chaque année, comme nous essaierons désormais de le faire, les annonces des tremblemens de terre, on pourrait, en consultant seulement un petit nombre de volumes, découvrir si, dans le siècle où nous vivons, les causes encore inconnues de ces effrayans phénomènes s'amortissent ou acquièrent de l'activité; si elles restent stationnaires sur le globe ou

se déplacent ; si elles ont quelque rapport avec les circonstances atmosphériques, etc. Peut-être aussi aurait-on fait des découvertes curieuses sur la manière dont les secousses se transmettent au loin ; sur leur vitesse de propagation, etc. Nous sommes, du reste, fort éloignés de regarder le recensement qui suit comme complet : nous tâcherons de faire mieux dans la suite.

Le 6 février. Coningby (Lincolnshire). (Secousse légère ; bruit semblable aux décharges de plusieurs canons.)

Le 19 février, dix heures et demie du soir. Rouffach, Soultz, Béfort (Haut-Rhin). Forte secousse. (Rien à à Colmar.)

Le 20 février. Catane (Sicile), Calabre, Malte. (*Voyez*, plus bas, des détails circonstanciés.)

Le 22 février, à sept heures treize minutes. Turin. (La direction de la secousse était du nord au midi.)

Le 23 février, à sept heures du soir. Marseille, Draguignan, Oneille (Savoie). (Secousses très-fortes dirigées du nord-ouest au sud-est ; bruit sourd.)

Le 24 février, à sept heures du soir. Antibes, Vence (département du Var.) (Plusieurs maisons de Vence s'écroulèrent ; la mer, à Antibes, au moment de la secousse, vint se briser avec force sur le rivage.)

Le 25 février, à dix heures du matin, et à onze heures quinze minutes du soir. Vence, Marseille, Aix. (Deux secousses légères.)

Le 30 avril. Ancône. (Une seule secousse peu remarquable.)

Le 19 juillet. Perpignan et toute la vallée d'Ortez.

Le 22 juillet, à dix heures du soir. Inspruck (Tyrol). (Une forte secousse, accompagnée d'un bruit semblable à celui du tonnerre.)

Le 21 septembre. Lisbonne. (Secousse très-violente.)

Le 9 décembre. Parme. (Une église s'est écroulée.)

Le 14 décembre, à neuf heures du matin. Bangar (Angleterre). (Secousse légère.)

Tremblement de terre de Catane.

Le Dr *Agatino* Longo, professeur de physique à l'Université de Catane, a publié, sur le tremblement de terre du 20 février 1818, un Mémoire détaillé dans lequel nous avons puisé les faits suivans :

Ce tremblement de terre se fit sentir à une heure dix minutes d'Italie; le ciel était serein, l'air calme et tempéré; il faisait alors un beau clair de lune. On éprouva une nouvelle secousse, mais moindre, dans la nuit du 20 février, et deux autres, le 28, qui occasionnèrent de grands dégâts.

Les animaux, comme d'habitude, pressentirent les premiers l'arrivée du phénomène. Toutefois quelques signes visibles avaient précédé l'événement. L'Etna était tranquille depuis l'année 1811; mais le 20 février, au coucher du soleil, on vit, de Catane, des flammes serpenter sur d'anciennes coulées de laves, et l'on entendit des bruits souterrains. Des flammes sortaient aussi, çà et là, par les crevasses du sol, avec de légères explosions.

La mer était calme, dans la matinée; et néanmoins, par l'effet d'un courant inaperçu, elle écumait sur le rivage et les écueils. Les eaux de quelques puits se troublèrent peu de jours avant l'événement. Dans un endroit appelé *Paraspolo*, quatorze jets considérables d'eau salée sortirent subitement de terre avec un grand bruit, cinq ou six minutes avant la secousse : ils s'élevaient à six palmes du sol et durèrent environ vingt minutes. Les trous par où l'eau avait jailli étaient encore si chauds deux jours après, qu'on ne pouvait y plonger la main. Près de là, on entendit une détonnation semblable à celle du tonnerre. Dans un point de la côte où la mer était tranquille, une barque à l'ancre toucha trois fois le fond avec sa quille.

Les secousses étaient dirigées du sud-est au nord-est. On varie sur la durée totale du phénomène. Les uns la fixent à dix secondes; d'autres l'étendent jusqu'à quarante. Quelques personnes pensent que le mouvement du sol avait lieu par oscillations, et se fondent sur ce que des bassins de fontaine, remplis jusqu'au bord, se vidaient en partie à chaque secousse. Une circonstance rapportée par l'auteur, et bien digne de remarque, c'est qu'après l'événement, quelques statues avaient un peu changé d'orientation, comme si le mouvement avait été tourbillonnant. Il cite aussi une masse considérable de pierre de Syracuse qui se trouva tournée de vingt-cinq degrés de l'orient vers le midi. On vit, dans quelques maisons, des murs s'entr'ouvrir horizontalement, laisser pénétrer un instant la lumière de la lune, et se rejoindre ensuite sans laisser des traces bien sensibles de leur rupture. Dans la ville de Catane, la secousse détacha du

haut des édifices d'immenses masses de pierre qui, en tombant, enfonçaient les toits et les voûtes. La statue colossale d'un ange, placée sur la façade d'une église, perdit ses deux bras, comme s'ils avaient été coupés avec une hache. Des croix de fer, courbées sur le faîte des temples, montrent que l'électricité a joué un assez grand rôle dans le phénomène. A Aci-Catane, à Mascalucia, Nicolosi, Trecastagne, Viagrande, des édifices publics et un grand nombre de maisons particulières furent renversés. Néanmoins le nombre des morts et des blessés ne s'éleva qu'à soixante-neuf.

Peu après l'événement, l'air perdit sa transparence, et le ciel se couvrit de nuages.

Sur les Eboulemens qui ont eu lieu en mars 1818, dans la commune de Norroy, située à trois quarts de lieue au nord de Pont-à-Mousson.

Les éboulemens en question commencèrent après la nuit très-orageuse du 11 au 12 mars dernier, et n'atteignirent leur *maximum* que le 15. Par-tout où ils se sont manifestés, le terrain semble bouleversé par l'explosion d'une mine. « Des plans de vigne, dans quelques en-
» droits, ont passé, du lieu qu'ils occupaient, dans la
» propriété d'un voisin, située de 5 à 10 mètres au-des-
» sous. De grands arbres ont voyagé avec le terrain qui
» reçoit leurs racines, les uns sans changement dans
» leurs directions, d'autres en s'inclinant plus ou moins
» vers le sol. Une des transpositions les plus remar-
» quables est celle d'un cerisier de 3 à 4 décimètres de

» diamètre, et de plus de 10 mètres (31 pieds) d'éléva-
» tion, qui est tombé de la hauteur qu'il occupait, à
» 14 mètres (43 pieds) au-dessous, sans avoir éprouvé
» aucun dérangement dans sa position, tellement qu'il
» semble avoir crû dans le lieu qu'il occupe mainte-
» nant..... Le chemin qui conduit au village, et qui
» était enfoncé de 2 à 3 mètres, se trouve élevé au-dessus
» de ses bords anciens de plus de 2 mètres : les murs
» qui le bordaient ont été déplacés ou renversés, etc. »
(Rapport de M. Haldat, *Journ. de Phys.*, nov. 1818.)

On s'imagine bien que les gens du peuple n'ont pas manqué d'attribuer ce phénomène à une éruption volcanique, ou tout au moins à un tremblement de terre; mais après avoir examiné attentivement les localités, MM. Haldat et Mengin, qui s'étaient rendus sur les lieux par ordre du préfet de la Meurthe, en ont donné une explication simple et naturelle. Suivant eux, les pluies presque continues de la saison et de l'année précédente ont délayé considérablement le fond d'argile sur lequel repose la terre végétale, dans le canton de Norroy; et, dès-lors, celle-ci a pu glisser le long du plan incliné qui la supporte, et s'écouler, pour ainsi dire, vers le bas du coteau. « Il ne serait pas impossible, ajoutent-
» ils, que l'ébranlement communiqué au sol par les
» arbres tourmentés par les vents violens survenus dans
» les jours qui ont précédé le bouleversement, et la
» nuit même où il a eu lieu, n'ait contribué à déter-
» miner l'éboulement. » Dans les points où le sol, redevenu horizontal, tendait à reprendre une direction ascendante, la terre végétale se présentant comme un obstacle au mouvement de la couche descendante, a pu

être soulevée sans éprouver un déplacement sensible : ainsi s'expliqueraient l'exhaussement du chemin dont nous avons déjà parlé, et quelques autres faits analogues dans lesquels le public avait cru trouver du merveilleux.

Sur la Catastrophe du val de Bagne.

La catastrophe qui, cette année, a dévasté le fond du val de Bagne, dans le Bas-Valais, nous semble devoir être placée dans la liste des événemens naturels dont il peut être utile de conserver le souvenir.

Le val de Bagne est une vallée généralement fort étroite et presque perpendiculaire à plusieurs chaînes de l'immense masse de montagnes qui séparent le Valais du Piémont. La *Dranse* en occupe le fond. Sur plusieurs points, cette rivière est resserrée dans des couloirs de 30 ou 40 pieds de large, et dont les parois s'élèvent jusqu'à 100 pieds. Des glaçons tombés depuis cinq ans du glacier de Gétro dans le lit de la Dranse, avaient déjà obstrué son cours, et formé, pour ainsi dire, le noyau d'un nouveau glacier par-dessous lequel les eaux s'écoulaient. Mais dès le mois d'avril dernier, ces eaux, retenues au fond de la vallée, y avaient formé un lac d'une demi-lieue de longueur. On travailla aussitôt à leur creuser une issue; elle fut terminée le 13 juin. A cette époque, le lac avait *dix à douze mille pieds de longueur*, une largeur moyenne de *quatre cents pieds* et *deux cents pieds de profondeur;* en sorte qu'il contenait au moins huit cent millions de pieds cubes. La galerie d'écoulement produisait déjà, depuis deux jours, un excellent effet, lorsque, tout-à-

coup, le 16 juin, à quatre heures du soir, l'eau rompit le glacier et s'écoula en masse : au bout d'une demi-heure, le lac fut entièrement vidé. Cet immense volume d'eau occasionna de grands ravages : roches, forêts, routes, usines, maisons, granges, hommes, animaux, etc., tout, sur son passage, fut détruit et entraîné. A peu de distance du glacier, le torrent paraissait déjà contenir plus de débris de corps étrangers que d'eau.

On a calculé qu'entre le glacier et le Chable, l'eau se mouvait avec une vitesse de 33 pieds par seconde. On sait que très-peu de fleuves atteignent à une vitesse de 13 pieds. Près de Martigny, cette vitesse était déjà réduite de moitié.

Il est fort à craindre que l'année prochaine n'amène une nouvelle catastrophe. Le couloir par lequel le lac s'est échappé est refermé, et la Dranse a déjà peine à se frayer un passage. Il faudrait attaquer le massif de glace qui barre la vallée; mais son volume paraît être de plus de cinquante millions de pieds cubes, et la force de tous les agens dont l'homme dispose est si faible!

Aurore boréale.

La seule aurore boréale dont il soit fait mention dans les journaux scientifiques de 1818, a été observée le 31 octobre dernier, entre sept et huit heures du soir, à Bishopwearmout, en Sunderland (Angleterre), par M. Renney. Cette aurore n'a, par elle-même, rien offert d'extraordinaire; mais elle a exercé sur l'aiguille aimantée, à Londres, à Paris et au château de M. le Maréchal Duc de Raguse, à Châtillon-sur-Seine, une action remarquable dont nous parlerons plus en détail dans le Cahier prochain.

Nouvelles Recherches *sur l'Eau oxigénée.*

Par M. L.-J. Thenard.

(Lu à l'Académie des Sciences le 18 janvier 1819.)

J'ai annoncé, dans la dernière Note que j'ai eu l'honneur de lire à l'Académie, que l'eau pouvait s'unir à l'oxigène et en absorber plusieurs volumes. J'ai fait connaître en même temps quelques-unes des propriétés dont elle était douée. En poursuivant mes recherches, je suis parvenu à des résultats dignes de remarque. 1200 p. d'eau, qui contenaient seulement trois fois et demie leur volume d'oxigène, ayant été placées dans un verre, sous le récipient de la machine pneumatique, au-dessus d'une capsule presque pleine d'acide sulfurique, se sont promptement congelées, et se sont réduites, en quelques jours, à 30 parties. L'eau dès-lors, au lieu de 3 volumes et demi, en renfermait 41; et je suis convaincu que, si la quantité sur laquelle j'opérais m'avait permis de pousser l'évaporation beaucoup plus loin, j'aurais obtenu de l'eau beaucoup plus oxigénée : ce qui ne me laisse aucun doute à cet égard, c'est que je possède actuellement une liqueur acide qui contient cent vingt fois son volume d'oxigène; qu'elle continue d'en absorber avec la même facilité qu'au commencement de l'opération, et qu'elle en laisse à peine dégager par la saturation d'un alcali. A quelle époque l'absorption s'arrêtera-t-elle? Sera-ce quand l'oxigène équivaudra à la moitié de celui de l'eau, ou à celui de l'eau tout entier? C'est une question importante à résoudre, et dont j'espère avoir bientôt la solution.

L'eau oxigénée, concentrée au point de contenir quarante-une fois son volume d'oxigène, m'a présenté les propriétés suivantes :

Elle est insipide, inodore, sans couleur, sans action sur le tournesol; elle se congèle et se vaporise dans le

vide sans se décomposer. La chaleur de l'eau bouillante en dégage promptement tout l'oxigène : il en est de même du charbon, du peroxide de manganèse, du peroxide de cobalt, du peroxide de plomb, de l'oxide d'argent, de l'oxide de platine, et du platine lui-même, de l'osmium, de l'argent, de l'or, du palladium, du rhodium, de l'iridium, lorsque ces métaux sont très-divisés. Presque toujours les effervescences sont très-vives, et, dans quelques circonstances que j'ai déjà signalées, l'oxide métallique, en dégageant l'oxigène de l'eau, abandonne en même temps le sien : jamais d'ailleurs les métaux ne s'oxident. Ces faits sont en partie connus ; ils se trouvent consignés pour la plupart dans ma dernière Notice ; mais celui qui me reste à rapporter, et que j'ai observé récemment, est tout nouveau, et tout aussi impossible à expliquer que les autres par les affinités ordinaires.

Je viens de dire qu'en mettant l'eau oxigénée en contact avec l'oxide d'argent, l'oxigène de l'eau et l'oxigène de l'oxide d'argent se dégageaient en produisant une vive effervescence. Il semble que, dans ce cas, il devrait y avoir production de froid : c'est ce qu'indique la théorie. Eh bien ! le contraire a lieu ; la liqueur s'échauffe d'une manière très-sensible. Si j'en juge par la petite quantité de liquide sur lequel j'ai opéré, j'admettrai même que la chaleur doit être assez considérable, et qu'elle égalerait au moins celle de l'eau bouillante avec des liqueurs très-oxigénées. Le peroxide de manganèse, l'argent, le platine, en agissant sur l'eau oxigénée et en dégageant l'oxigène qu'elle contient, échauffent également la liqueur. Il sera important de rechercher si, dans ces décompositions, il ne se produit pas quelques phénomènes électriques.

La cause de ces singuliers résultats est encore cachée pour nous (1) : seulement nous voyons qu'elle ne réside

---

(1) A la vérité, il serait possible d'expliquer jusqu'à un certain point le dégagement des gaz par la chaleur produite. Mais d'où vient la chaleur ? La difficulté, dans ce cas même, ne serait que reculée.

point dans l'affinité, du moins telle qu'on la conçoit ordinairement ; qu'elle est probablement physique, et qu'elle se rattache peut-être à l'électricité. Me sera-t-il permis d'ajouter que, quelle que soit cette cause, elle agit dans un grand nombre de circonstances, et qu'il n'est point déraisonnable de penser que d'elle dépendent les principaux phénomènes que nous offrent l'argent fulminant, le chlorure d'azote ou le liquide détonnant de M. Dulong, l'iodure d'azote, et plusieurs autres matières détonnantes.

Programme *d'un Prix de Physiologie.*

Un anonyme ayant offert une somme à l'Académie royale des Sciences avec l'intention que le revenu en fût affecté à un prix de *physiologie expérimentale* à décerner chaque année, et le Roi ayant autorisé cette fondation par une ordonnance en date du 22 juillet 1818;

L'Académie royale des Sciences fait savoir qu'elle décernera une médaille de la valeur de 440 francs à l'ouvrage imprimé ou manuscrit qui lui aura été adressé d'ici au 1er décembre 1819, et qui lui paraîtra avoir le plus contribué aux progrès de la physiologie expérimentale. Elle fera connaître son jugement à la séance publique du printemps de 1820.

Les auteurs qui croiront pouvoir prétendre au prix sont invités à adresser leurs ouvrages, francs de port, au secrétariat de l'Institut, avant le 1er décembre 1819.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Décembre* 1818.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL	VENTS.
	Barom. à 0°.	Therm extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.	à midi.	
1	761,58	+ 4,0	95	760,90	+ 5,7	91	759,91	+ 6,0	90	760,02	+ 4,4	98	+ 6,0	+ 3,5	Couvert, brouillard.	S. S. O.
2	761,27	+ 6,7	87	761,26	+10,7	86	760,40	+ 9,5	90	758,42	+ 8,4	90	+10,8	+ 6,2	Couvert.	S.
3	754,88	+ 6,2	97	754,15	+ 9,4	87	752,86	+ 9,2	93	751,88	+ 7,3	90	+ 9,4	+ 4,7	Très-nuageux.	S.
4	747,98	+ 5,2	85	747,42	+ 8,9	81	746,83	+ 9,6	76	747,43	+ 6,0	100	+10,0	+ 3,7	Quelques éclaircies.	S. E.
5	749,22	+ 7,5	97	749,40	+ 8,7	97	749,06	+ 9,0	92	749,80	+ 7,3	99	+ 9,0	+ 7,1	Brouillard, pluie.	S.
6	752,21	+ 5,2	97	752,44	+ 7,1	87	751,07	+ 7,2	82	750,74	+ 4,6	92	+ 7,2	+ 4,2	Nuageux.	S.
7	750,26	+ 8,9	93	750,14	+ 9,2	97	749,80	+11,1	87	751,47	+11,7	77	+11,7	[illegible],7	Pluie continuelle.	S. O. for.
8	755,75	+ 9,7	85	756,27	+10,6	93	750,76	+10,7	92	755,62	+10,2	98	+10,8	[illegible],7	Pluie fine.	S. O.
9	759,92	+ 9,1	97	759,31	+ 9,9	95	758,97	+10,6	93	758,73	+ 7,4	97	+10,6	[illegible],9	Couvert.	S.
10	758,70	+ 8,7	97	758,17	+ 9,5	97	757,87	+ 8,8	80	757,74	+ 5,5	73	+ 9,5	+ 5,5	Brouillard.	N. N. E.
11	757,88	+ 2,2	85	757,76	+ 3,1	68	757,74	+ 2,9	63	758,60	+ 0,7	70	+ 3,1	+ 0,5	Nuageux.	N. N. E. for
12	758,90	— 2,4	83	758,47	— 0,7	69	757,83	+ 0,1	57	758,20	— 1,7	73	+ 0,1	— 2,7	Très-beau.	N. E. fort
13	759,58	— 3,2	80	759,27	+ 0,5	61	758,98	+ 0,7	60	759,26	— 1,5	90	+ 0,7	— 4,0	Beau	N. E.
14	760,91	— 2,2	92	760,58	+ 0,4	81	760,66	+ 0,5	75	761,12	— 2,2	85	+ 0,4	— 2,7	Nuageux.	N. E. fort
15	760,81	— 2,9	83	759,94	— 0,2	67	758,92	— 1,0	63	758,25	— 2,5	74	— 0,2	— 3,5	Nuageux, brouillard.	N. E.
16	757,91	— 2,2	82	758,70	— 0,9	78	758,95	— 0,5	74	761,04	— 2,5	84	— 0,5	— 2,7	Couvert, brouillard.	N. E.
17	761,94	— 5,7	97	760,82	— 1,7	89	758,64	+ 0,1	75	757,38	— 1,9	98	+ 0,1	— 6,2	Voilé, brouillard.	N. N. E.
18	755,05	— 3,4	97	754,78	— 1,5	99	754,45	+ 0,7	99	756,12	+ 0,2	98	+ 0,8	— 4,7	Couvert, brouillard.	N. E.
19	763,89	+ 0,6	97	765,16	+ 2,7	96	765,62	+ 3,7	97	767,23	+ 1,3	97	+ 3,8	+ 0,2	Brouillard très-épais.	N. E.
20	768,03	+ 0,2	97	767,04	+ 1,0	97	766,12	+ 0,5	97	765,60	— 0,6	97	+ 1,0	— 0,0	Brouillard.	S.
21	765,48	+ 0,4	96	765,38	+ 2,0	91	765,65	+ 2,2	93	767,50	+ 1,1	96	+ 2,2	— 0,0	Couvert, brouillard.	S.
22	770,10	+ 3,0	85	769,98	+ 4,7	73	769,58	+ 5,0	74	769,33	+ 1,5	88	+ 5,0	+ 1,5	Légers nuages.	N. E.
23	767,45	+ 1,2	87	766,55	+ 1,6	86	765,[illegible]6	+ 1,5	88	765,80	+ 1,0	83	+ 1,6	+ 1,0	Couvert, brouillard.	E.
24	766,24	+ 0,2	80	766,07	+ 0,5	79	765,71	+ 0,1	79	765,64	— 0,5	81	+ 0,5	— 0,5	Couvert.	E.
25	765,05	— 1,2	82	763,90	— 0,7	80	762,91	— 1,5	81	761,66	— 2,5	86	— 1,0	— 2,5	Couvert, brouillard.	E.
26	758,88	— 3,6	83	758,35	— 0,7	81	757,80	— 1,5	84	758,22	— 4,1	96	— 0,7	— 4,1	Beau, brouillard.	S.
27	761,22	— 5,0	97	761,50	— 1,1	80	762,08	— 0,7	91	763,96	— 3,6	97	— 0,7	— 6,4	Beau, brouillard.	N. E.
28	767,50	— 2,2	94	767,64	+ 1,5	97	767,46	+ 2,5	90	769,26	+ 0,1	74	+ 2,5	— 5,0	Couvert, brouillard.	N. E.
29	770,37	— 3,1	73	770,05	+ 0,7	51	770,10	+ 2,5	44	770,52	— 1,5	60	+ 2,5	— 4,0	Beau.	N. E.
30	770,29	— 2,0	95	769,63	— 0,0	88	768,71	+ 0,6	89	768,72	+ 2,5	99	+ 2,5	— 3,9	Couvert, brouillard.	N.
31	768,70	+ 0,8	96	768,78	+ 1,5	96	767,59	+ 1,7	97	768,71	+ 0,7	94	+ 2,0	+ 0,8	Couvert, brouillard.	N. O.
1	755,18	+ 7,1	93	754,95	+ 9,0	91	754,35	+ 9,2	87	754,38	+ 7,3	91	+ 9,5	+ 5,9	Moyennes du 1 au 10.	
2	760,49	— 1,9	89	760,25	+ 0,3	80	759,79	+ 0,8	76	760,28	— 1,1	87	+ 0,9	— 2,6	Moyennes du 11 au 20.	
3	766,48	— 1,0	88	766,16	+ 0,9	82	765,76	+ 1,1	83	766,30	— 0,5	88	+ 1,0	— 2,1	Moyennes du 21 au 31.	
	760,90	+ 1,3	90	760,64	+3,3	86	760,16	+ 3,6	82	760,51	+ 1,8	88	+ 3,9	+ 0,3	Moyennes du mois + 2,1.	

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

OBSERVATIONS *sur l'Action mutuelle des Sels; par M.* Longchamps. Page 5

Exposition de nouvelles Expériences sur la force des matériaux; par M. George Rennie. 33

Nouvelles Observations sur les Acides et les Oxides oxigénés; par M. L.-J. Thenard. 51

Lettre de M. Fresnel *à M.* Arago, *sur l'influence du mouvement terrestre dans quelques phénomènes d'optique.* 56

Sur un Phénomène de météorologie relatif à la direction dans laquelle se propagent quelquefois les ouragans. 66

Mémoire sur la Brèche siliceuse *du Mont-Dore; par M.* Cordier. 71

Observations d'un Météore lumineux communiquées par le Dr Thomas Young. 88

Projet d'un nouveau moteur fondé sur la théorie du thermomètre; par M. Pattu. 91

Cinquième Série d'observations sur les Acides et les Oxides oxigénés; par M. Thenard. 94

Procédé par le moyen duquel on met à nu la potasse contenue dans les sucs ou décoctions des végétaux; par M. Peschier. 99

Extrait des Séances de l'Acad. roy. des Sciences. 101

Sur de nouvelles Observations de la planète Uranus. 104

Nouvelles Observations sur le métal découvert par M. Vest. 105

Alun à base de manganèse. 106

Sur la Dissolution de l'argent dans l'ammoniaque; par M. Faraday. 107

Conservation des Substances végétales et animales. 111

Observations météorologiques du mois de septembre. 112

Mémoire sur le Cyanogène et sur l'Acide hydrocyanique; par M. Vauquelin. 113

Détails historiques sur l'emploi du principe des forces vives dans la théorie des machines, et sur diverses roues hydrauliques; par M. Navier. 146
Recherches sur un nouveau corps minéral trouvé dans le soufre fabriqué à Fahlun; par J. Berzelius. 160
Observations sur la préparation et la purification de l'acide gallique, et sur l'existence d'un acide nouveau dans la noix de galle; par Henri Braconnot. 181
Sur le prochain retour de la Comète de 1759. 190
Sur la Matière verte des Feuilles; par MM. Pelletier *et* Caventou. 194
Note sur l'Emploi de la dilatation des liquides comme force motrice; par M. Petit. 198
Note sur les Expériences de M. George Rennie *relatives à la force des matériaux, exposées dans le Cahier précédent; par M.* N.... 199
Du Raffinage actuel du Salpêtre, comparé au mode suivi avant la révolution; par M. Longchamp. 200
Extrait des Séances de l'Acad. roy. des Sciences. 209
Observations magnétiques faites à bord des bâtimens envoyés vers le pole nord par le Gouvernement anglais. 214
Extrait d'une Lettre de M. Freycinet *à M.* Arago, *datée de l'Ile-de-France.* 215
Particularités relatives à la chute d'une quantité considérable de poussière volcanique qui eut lieu dans l'île de la Barbade, en mai 1812. 216
Sur le Mouvement perpétuel. 219
Sur l'Acide chlorique oxigéné. 220
Sur la Combustion de l'alcool dans la lampe sans flamme; par M. Dalton. 221
Nouvel Hydromètre. 222
Sur les Pluies des tropiques. 223
Observations météorologiques du mois d'octobre. 224
Suite des Recherches sur un nouveau corps minéral trouvé dans le soufre fabriqué à Fahlun; par J. Berzelius. 225
Expériences sur le mode de traitement le plus convenable des mines de cobalt et de nickel, et sur les

moyens d'opérer la séparation de ces métaux; par M. Laugier. 267
Examen de l'Opium indigène, et Réclamation en faveur de M. Séguin, *de la découverte de la morphine et de l'acide méconique; par M.* Vauquelin. 282
Note additionnelle à la Lettre de M. Fresnel *à M.* Arago, *insérée dans le dernier Cahier des* Annales. 286
Effet remarquable produit par une explosion souterraine dans l'une des mines du département de la Loire. 287
Expériences relatives à l'influence du vent sur la vitesse des projectiles et la justesse du tir. 289
Sur la prétendue détérioration du climat de l'Europe. 292
Lettre de M. Vicat *à M.* Arago, *au sujet des expériences de M.* George Rennie *insérées dans le Cahier des* Annales *pour septembre* 1818. 303
Sur le Froid produit par la dilatation des gaz. 305
Sur l'Elévation des montagnes de l'Inde. 310
Observations sur l'influence de l'eau dans la formation des acides oxigénés; par M. Thenard. 314
Extrait des Séances de l'Acad. roy. des Sciences. 317
Mouvement de la population de la ville de Paris pendant l'année 1817, *fourni au Bureau des Longitudes par la Préfecture du Département.* 323
Analyse de plusieurs Calculs et Concrétions trouvés dans différens animaux; par J. L. Lassaigne. 324
Lettre de M. Chevreul *à MM. les Rédacteurs des* Annales de Chimie et de Physique, *sur l'Acide ellagique de M.* Braconnot. 329
Variétés. — *Masse remarquable de platine.* — *Grêle d'une grosseur extraordinaire.* — *Dureté de la peau du rhinocéros.* — *Nouveau moyen de faire des crayons.* — *Nouvelles Comètes.* de 331 à 335
Observations météorologiques du mois de novembre. 336
Suite des Recherches sur un nouveau corps minéral trouvé dans le soufre fabriqué à Fahlun; par J. Berzelius. 337

Mémoire sur un nouvel Acide produit pendant la calcination de l'acide mucique; par M. Houtou-Labillardière. 365
Extrait d'un Mémoire sur les Rotations que certaines substances impriment aux axes de polarisation des rayons lumineux; par M. Biot. 372
Sur le Mouvement par bonds de plusieurs globes de feu, et conséquences tirées de ce phénomène; par E. F. F. Chladni. 389
Sur la Volatilité du bismuth; par M. Chaudet. 397
Observation sur la Bile humaine, et sur la présence du picromel dans ce liquide; par M. A. Chevallier. 400
Météore lumineux à Cambridge. 405
Sur des Gisemens remarquables du succin. 406
Sur le Fer météorique. 407
Observations thermométriques faites en pleine mer, entre le Groënland et le Spitzberg. 408
Table détaillée de la mortalité à Paris, en 1817. *ibid.*
Extrait des Séances de l'Acad. roy. des Sciences. 414
Lettre aux Rédacteurs sur un moyen de rendre le verre moins cassant. 422
Résumé des observations météorologiques faites à l'Observatoire royal de Paris en 1818. — *Tableau de la marche moyenne du thermomètre et de l'hygromètre. — Tableau des variations extrêmes du thermomètre. — Tableau de la marche moyenne du baromètre. — Tableau des oscillations extrêmes du baromètre. — Tableau de la quantité de pluie qui est tombée, en* 1818, *à l'Observatoire royal, tant sur la plate-forme, à* 37 *mèt. du sol, que dans un vase semblable placé dans la cour,* 27 *mètres plus bas. — Etat des vents à Paris. — Etat du ciel. — Déclinaison de l'aiguille aimantée. — Tremblemens de terre. — Tremblement de terre de Catane. — Sur les éboulemens qui ont eu lieu dans la commune de Norroy. — Sur la catastrophe du val de Bagne. — Aurore boréale.* de 424 à 440
Nouv. recherches sur l'eau oxigénée; par M. Thenard. 441
Programme d'un Prix de Physiologie. 443
Observations météorologiques du mois de décembre. 444
Table des Matières du neuvième Volume. 445

FIN DE LA TABLE DU NEUVIÈME VOLUME.

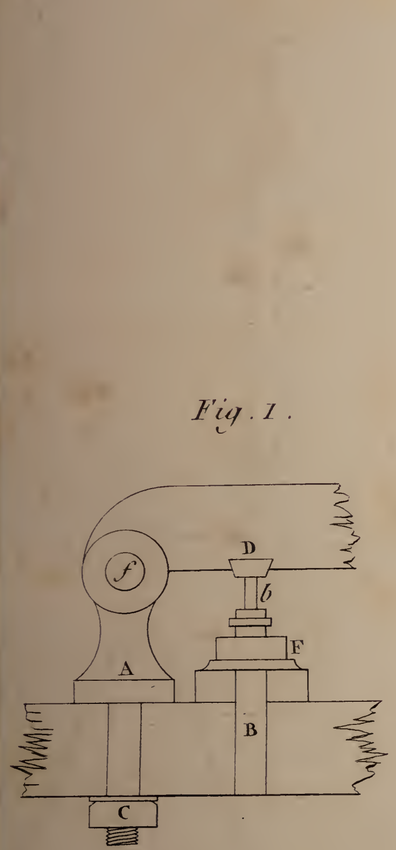
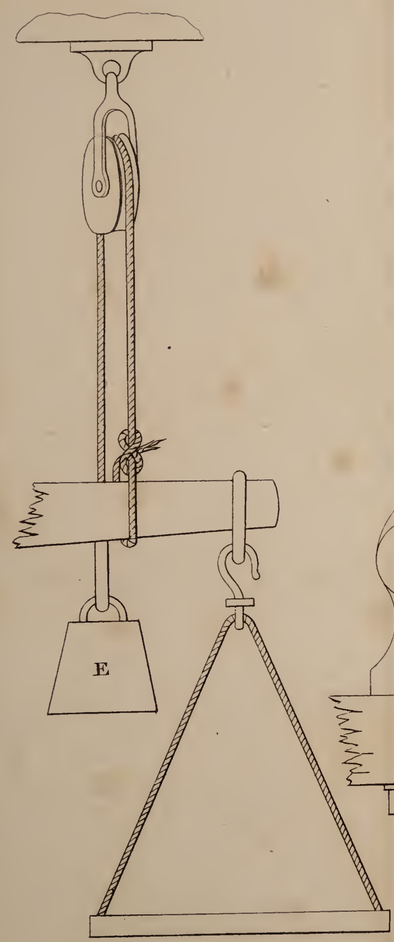


Fig. 1.



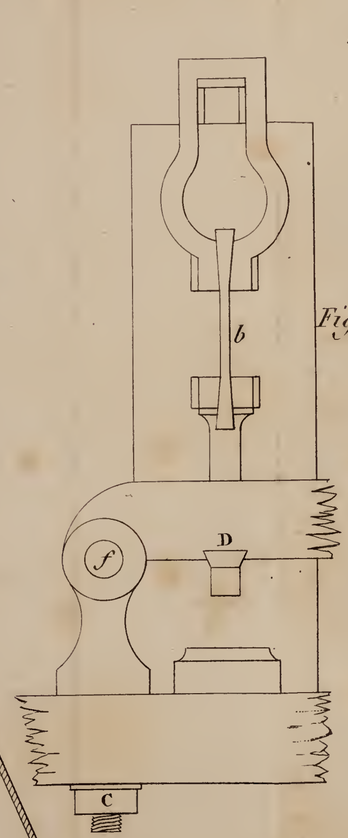


Fig. 2.

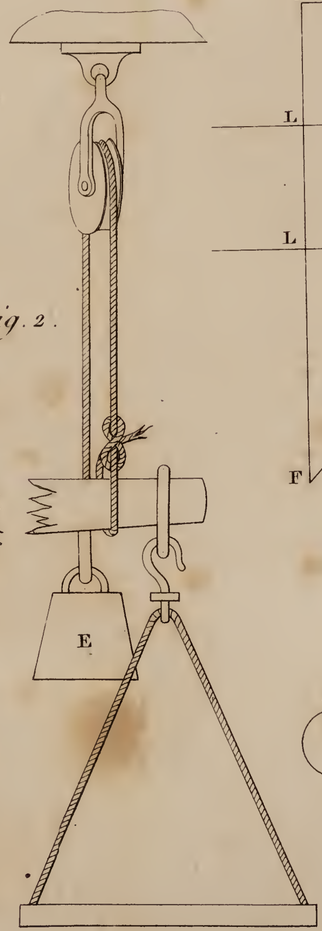
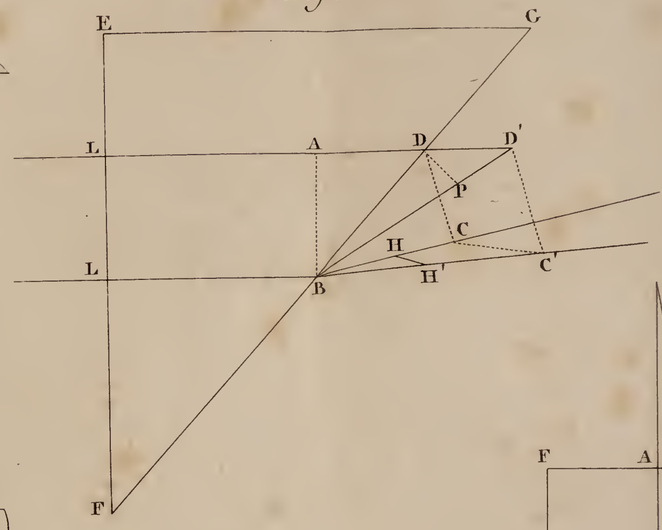


Fig. 3.



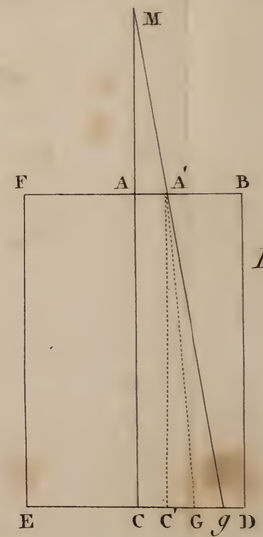


Fig. 4.

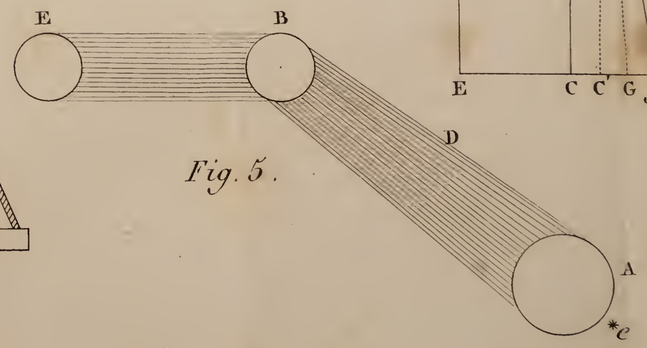


Fig. 5.

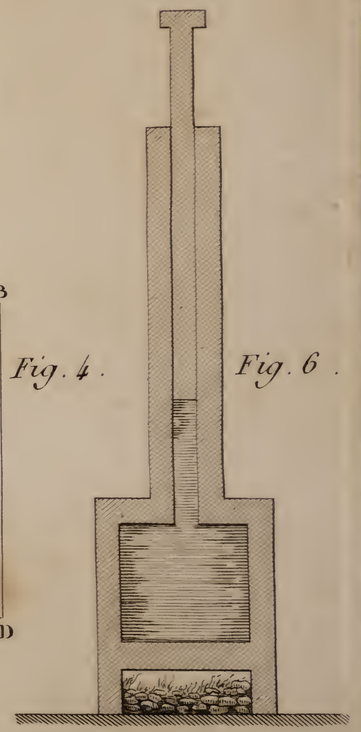


Fig. 6.